

R7857
4 ANT/145

MEMORIA

SOBRE LA

NAVEGACION-SUBMARINA,

POR EL INVENTOR

DEL ICTÍNEO Ó BARCO-PEZ,

N. MONTURIOL.



BARCELONA.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE NARCISO RAMIREZ,

Escudillers, 40, piso principal.

1860.



FUNDACIÓN
JUANELO
TURRIANO

Suplico á los señores directores y redactores de todos los periódicos y revistas, que inserten esta memoria en sus respectivas publicaciones, con las notas, comentarios y artículos críticos que crean convenir á la ilustracion de un asunto tan nuevo, de unos resultados tan trascendentales, cuales son el conocimiento de un nuevo mundo, donde no podemos vivir sino llevando con nosotros todos los elementos de la vida atmosférica.

Es una obra grande sin duda, tal vez superior á mis fuerzas, de la cual empero creo haber echado los fundamentos. Tengo la íntima conviccion de que la conquista del fondo del mar pertenece á nuestros tiempos, y de ello son una prueba irrecusable el conjunto de estudios que he hecho acerca del mar, y de la manera de recorrerlo, de los cuales la presente memoria es solo un compendio.

Pero mis estudios, mi fé y mi valor, no son suficientes para llevar á cabo tan vasta empresa; necesito de la cooperacion de todos; puesto que para recorrer los fondos del solo Mediterráneo son necesarios Ictíneos de una construccion costosa, y que exigen la inversion de capitales de alguna consideracion.



Quisiera poder llevar al convencimiento de todos, los inmensos beneficios que el hombre sacará de la posesion del mar, que tantas riquezas encierra, y cuyo conocimiento suministrará infinitos datos á las ciencias; quisiera poder atraer la atencion de todos hácia mi empresa.

En mi primera memoria nada aseguraba; pero despues de las experiencias que he verificado con mi primer Ictíneo, que no es mas que un aparato de ensayo, pruebas que he practicado á la vista de todos, y contra cuya evidencia nada hay que oponer, no es jactancia asegurar que, desde ahora, el hombre puede dominar por toda la vasta extension de la corteza sólida de nuestro globo, ya que tiene en su mano los medios de trasladarse á todas las profundidades del Océano.

Mi primera memoria, que solo contenia una somera descripcion de los movimientos de las aguas del mar, el planteamiento del problema de la navegacion submarina y los principios de que se debia partir para resolverlo, fué insertada íntegra, ó se dió un extracto de ella en todos los periódicos y revistas; me valió muchas felicitaciones y cobré nuevos ánimos.

«Entusiasmado, decia en ella, ante los resultados que puede dar la navegacion submarina, todo sacrificio me parece poco para asegurarla; y si me atrevo á llamar la atencion pública hácia este punto, es porque, seguro de los resultados que he obtenido en pruebas parciales que he verificado, quisiera ver á mi lado y ocupados en esta empresa hombres mas inteligentes que yo.»

Invité á personas científicas para el exámen de mi proyecto, y mi excitacion no fué vana. El director y catedráticos de la escuela Industrial Barcelonesa D. José Roura, D. Pedro Roqué y Pagani, y mis amigos D. Lorenzo Presas, D. José Giró y Romá y D. Juan Monjo y otros profesores en ciencias naturales y matemáticas, me animaron á proseguir en mi empresa, hasta obtener resulta-



dos definitivos. Despues de varias conferencias con el primero de estos señores, expresó su opinion en los términos que cito: «Creo que los medios que V. emplea para los movimientos de descenso y ascencion, para dirigirse á derecha ó á izquierda, adelante ó atrás son propios para este objeto; creo que los que emplea para alimentar una luz artificial debajo de agua darán los resultados que V. espera, y por fin creo que las sustancias de que hace V. uso para deshacerse del ácido carbónico, de los vapores de agua, y del calor que producimos por medio de la respiracion y traspiracion son apropiados al fin que V. se propone, y que con la adición del oxígeno en la proporción que nosotros lo gastamos, tendrá V. dentro de su barco un aire mas puro que el que ahora nosotros respiramos en esta estancia.» He citado estas palabras con el mayor agradecimiento, y porque ellas hacen la apología de las prendas morales del señor Roura.

Hé aquí la real orden que se espidió con referencia á mi Ictíneo :

«Comandancia militar de Marina del tercio y provincia de Barcelona.—Capitanía general de Marina.—Departamento de Cartagena.—El Excmo. Sr. ministro de Marina, en Real orden de 15 del actual, me dice lo siguiente:—Excmo. Sr.—He dado cuenta á la Reina (Q. D. G.) de una exposicion dirigida á S. M. por D. Narciso Monturiol, natural de Figueras y vecino de Barcelona, en solicitud de que por este ministerio se le autorice para verificar pruebas submarinas con un Ictíneo ó barco-pep de su invencion, cuyo mecanismo y servicios á que puede aplicarse describe: entrada S. M. y, de conformidad con el parecer de la Junta consultiva de la Armada, se ha dignado acceder á la pretension de Monturiol, concediéndole la autorizacion que solicita, siendo al mismo tiempo su Real voluntad, que por las autoridades de Marina de dicha capital ó del punto en que se verifiquen los



ensayos, se le preste todo el auxilio y proteccion que merecen su laboriosidad y la importancia del proyecto, en cuyo mejor resultado está *interesada no solo la industria, sino el buen nombrénacional*.—De Real órden lo digo á V. E. para su conocimiento, el del interesado y demás efectos.—Lo que traslado á V. S. para su inteligencia y demás fines que se previenen.—Dios guarde á V. S. muchos años.—Cartagena 19 de abril de 1859.—Joaquin Gutierrez de Rubalcaba.—Sr. comandante del tercio naval de Barcelona.—La presente copia es para que obre en poder del interesado para su inteligencia y satisfaccion.—Barcelona 13 de mayo de 1859.—F. Nuñez Gaona.»

Ahora me presento fuerte en mis convicciones, ya que han recibido la sancion de la práctica; y no dudo que mereceré el apoyo de mis compatriotas para dar á mi invento todo el desarrollo de que es susceptible.

No creo sea esta la última vez que me dirija al público con motivo de mi proyecto; pues deseo hacer constar los resultados que obtenga, ya como empresa industrial, ya como empresa científica.

Barcelona 10 de febrero de 1860.

NARCISO MONTURIOL.

calle de Bonaire (Tras palacio), 1—2.º



NAVEGACION-SUBMARINA.

I.

Importancia de la navegacion submarina.

El arte de navegar por debajo de las aguas es desconocido; poco han hecho nuestros predecesores; ignoramos por completo no solo lo que pasa en las profundidades del Océano, si que tambien en el menor de los mares. El hombre no ha descendido á mas de venticinco metros de profundidad, en sitios cercanos á las costas y en tiempos de completa calma; y no obstante los mares ofrecen fondos que se miden por leguas y fondos que todavía no han podido medirse. La extension de estos mares ocupa las dos terceras partes de la superficie de la tierra: por manera que, á pesar de las inducciones de la ciencia, podemos decir que desconocemos las dos terceras partes de la corteza sólida de nuestro globo.

Qué sucede en estos abismos y qué clase de seres producen; qué leyes particulares rigen allí, y qué clase de movimientos hay en aquellas aguas; cuál sea su temperatura y cuál la accion de los flúidos imponderables; todo esto es un misterio que sin duda solo podremos conocerlo recorriendo el fondo de los mares.

A este servicio está destinado el Ictíneo, que, como aparato submarino, está sujeto á las mismas condiciones del pez. Mas como los peces, generalmente conocidos no pueden descender á mil metros de profundidad; ya porque la presion en este caso es mayor de cien kilogramos por centímetro cuadrado; ya porque en estos sitios y en medio de las aguas mas transparentes la luz



natural debe ser nula; ya porque las condiciones del aire disuelto en el agua sean muy cambiadas, y exijan por consiguiente una constitucion particular en los animales que deban respirarlo, es claro que, bajo este concepto, los Ictíneos deben ser mas perfectos que el pez.

El problema, pues, de la navegacion submarina consiste en la construccion de un aparato que reuna estas tres circunstancias: vida, movimiento y luz.

Las dificultades que se presentan parecen desde luego inevitables, ya que la reunion de aquellas tres condiciones implica la creacion de un sér respecto á los demás animales que pueblan el mar, y la de un mundo con relacion al hombre que debe habitarlo.

Sin duda que esto es pedir mucho á las ciencias; pero el estado de perfeccion á que han llegado las naturales y matemáticas, por medio de las cuales hemos conseguido sujetar y dirigir la naturaleza expansiva de los gases, comprender las leyes de la afinidad química, trasladar nuestro pensamiento en un instante de uno á otro continente, descubrir el camino y las leyes de las tormentas, desarmar las nubes de los rayos y de la piedra, explicar el fenómeno de la respiracion, y producir una luz equivalente á la del sol; este estado tan brillante como positivo del saber humano, que sorprende la naturaleza en todas partes, y ejecuta los milagros que antiguamente fueron patrimonio exclusivo de los Dioses, me hizo presentir que aquellas ciencias contextarian á todas las preguntas que encierra el complicado problema de la navegacion submarina. En efecto, el Ictíneo ó BARCO-PEZ lo resuelve: sostiene la vida animal; se mueve en todas direcciones; ilumina el espacio que debe recorrer.

El Ictíneo, pues, es el vehículo que trasladará al hombre á las mayores profundidades del Océano: allí descenderá la ciencia humana para recoger infinitos datos que serán nuevas luces arrojadas sobre cien problemas hasta ahora no resueltos.

Entre el gran número de cuestiones que pueden resolverse por este medio se presentan desde luego las siguientes: ¿La corriente magnética disminuye ó aumenta de fuerza conforme se va



acercando al centro de la tierra? ¿Qué le sucederá al hombre viviendo largo tiempo sustraído á la accion del aire natural, de las corrientes eléctricas atmosféricas y lejos de la influencia de los rayos solares? ¿Dan los animales, en cantidades infinitesimales é inobservados hasta ahora, productos que solo pueden ser recojidos por los Ictíneos destinados á largas exploraciones submarinas? ¿Para qué naturalezas puede ser dañosa la permanencia indefinida debajo del agua, y para qué clase de enfermedades fuera una excelente terapéutica? ¿El agua del mar, tomada en las mayores profundidades del Océano, contiene mayor cantidad de oxígeno disuelto que el agua de la superficie? ó en otros términos: ¿la presión obra como fuerza mecánica sobre los gases contenidos en los líquidos, ó aumenta la afinidad química del agua con los gases? ¿Los animales del fondo del mar deberán todos su vida á la combustion del hidrógeno y del carbono, y los vegetales á la fijacion del ácido-carbónico? Si fuera así, ¿la accion química de los rayos solares alcanzaria á aquellos sitios donde no llega sensiblemente la luz, ó la naturaleza dispondria de otro agente? ¿Las cordilleras sub-oceánicas son como las de la superficie de la tierra, escarpadas por la parte de occidente y mediodia, y de un declive suave por la parte que miran al oriente y al norte? ¿Las rocas que la geología denomina primitivas, se encuentran en las mayores profundidades del mar, ó bien estas nos muestran los metales que constituyen en gran parte la masa de la tierra? Si el mar presenta profundidades mayores de cuatro leguas ¿se verificará allí una continua produccion y condensacion de vapores de agua? ¿Hay relaciones constantes ó periódicas entre el fondo del mar y las mas elevadas regiones atmosféricas? En una palabra, ¿qué diferencias y qué relaciones existen entre el mundo atmosférico y el mundo sub-oceánico?

Creo que todos sentirán como yo la importancia científica de la navegacion submarina. Es un nuevo mundo que debemos conocer, con sus cordilleras de montañas y sus valles, con animales y vegetales propios de cada zona y de cada suelo, cuyas riquezas, de todo género, son desde ahora un aliciente que atraerá las capacidades y despertará el valor de todos.



En efecto, la importancia industrial de esta navegacion crece de punto, si se considera que los productos que en la actualidad se sacan del mar son en número reducido. Dejando aparte la pesca destinada al alimento del hombre, que, apesar de poder ser favorecida por los Ictíneos, tal vez no sea nunca prudente ejercerla en grande escala sobre los peces que viven cercanos á las costas, queda la extraccion del coral y de las perlas, cuyos subidos precios indican escasez, y cuya abundancia solo podrán proporcionarla los Ictíneos.

Las producciones del mar han de ser variadas y en gran número, cual lo son las de la tierra, ya que, hasta el punto en que ha podido ser examinado, se ha reconocido ser un elemento propio para sostener la vida animal y vegetal. Los minerales de toda clase, si bien algunos en estado de óxidos, el cristal de roca, las piedras preciosas y el diamante, deben encontrarse en descubierta en las comarcas barridas por las corrientes. La explotacion del fondo del mar tiene la gran ventaja de ofrecer pingües ganancias á los que se dediquen á ella; y la ciencia con este motivo tendrá siempre á su servicio los Ictíneos industriales, y sin grandes dispendios, un gran número de observadores.

La importancia que tienen los Ictíneos como máquinas de guerra, es tan grande, que, ó acaba esta sobre el mar ó deberá hacerse por otros medios; porque los actuales buques flotantes difficilmente y solo con gran desventaja pueden luchar con los Ictíneos. Los cañones de estos se cargan y detonan entre dos aguas. Los Ictíneos llevan tarpedos que estallan al chocar con una embarcacion enemiga. Pueden entrar y salir de los puertos bloqueados, llevando noticias, municiones, refuerzos, etc. Pueden esperar al paso á buques flotantes, salir en un instante á flor de agua, dispararles una andanada á boca de jarro, ó despedirles cohetes cargados con granada, que ringlando por la superficie del agua se claven en los costados de los buques: luego se sumergirán para cargar de nuevo, librándose así de los disparos enemigos; aunque, segun los planos que, como barco de guerra tengo formados, los Ictíneos de primera clase, pueden resistir las balas de cañon, puesto que su superficie exterior no cederia á



una presión de 4,000 atmósferas: y la pólvora desarrolla esta fuerza solo en el mismo instante de la deflagración.

Si una nación por pequeña que fuese, tuviese armados 50 Ictíneos de á 30 hombres, y 12 de á 300, unos y otros poseyendo como motor submarino la fuerza del hombre y en casos escepcionales la del aire comprimido, y para la superficie la fuerza del vapor, podría arrostrar las iras de la nación mas potente en marina.

II.

De las causas de los movimientos en las aguas del mar.

Ahora bien, ¿cuáles son los obstáculos que podrá ofrecer el mar á la navegación submarina? No existen otros que los movimientos de las aguas. Hé aquí de qué manera los indico en la memoria que, acerca de mi proyecto, publiqué en 6 de noviembre de 1858:

«Entre los obstáculos con que tienen que luchar los Ictíneos, se cuentan las corrientes del Océano, como de los de mayor importancia. Haylas superficiales, causadas por las agitaciones del aire que riza las capas superiores del mar, imprimiendo á sus aguas un movimiento que sigue la dirección del viento; otras mas graves son ocasionadas por las tormentas giratorias que conmueven á mucha profundidad las aguas del mar y cogen á veces mas de mil millas de diámetro; mas intensas otras son producidas, ya por el movimiento de rotación de la tierra y se dirigen en sentido inverso de esta, ya por el desequilibrio que produce la diferencia de temperatura entre las aguas del ecuador y las de los polos; hay otras, en fin, mas potentes que conmueven la masa entera del Océano y son efecto de la atracción de la luna, y las conocemos con los nombres de flujo y reflujo. Estas diversas corrientes se estrellan contra las costas, cuyas figuras cambian, y dan lugar á corrientes secundarias ó de rechazo. A veces son encontradas y forman torbellinos como el de Maelstrom en Noruega.



«Las corrientes ocasionadas por el movimiento de rotacion de la Tierra, han de ser menores en las aguas inferiores que en las de la superficie; porque atendidas las causas que las producen, obran como resultado de una fuerza centrífuga aplicada á la Tierra, y por lo tanto aquella ha de disminuir conforme se separa de la superficie de esta.

«La accion de la Luna y del Sol sobre las aguas tambien ha de ser mayor en las superficiales que en las profundas; ya porque la fuerza atractiva coge mayor cantidad de aquellas que de estas; ya porque es una ley de equilibrio que las aguas superficiales y limítrofes á las de la masa atraída, vayan á ocupar el sitio que esta deja vacío.»

Acerca de los movimientos que se verifican en las aguas del mar, punto para mí esencialísimo, y á pesar de que no sea esta la ocasion oportuna para escribir su monografía, me permitiré presentar en globo, en esta memoria, el camino que he seguido para establecer los principios á que supongo están sujetos aquellos movimientos. Esta es una materia nueva, sobre la cual se han emitido congeturas mas ó menos probables, mas ó menos erróneas; y desprovistos de experiencia acerca las corrientes profundas del mar, nadie podrá decir que haya acertado, hasta que la práctica de la navegacion submarina venga á comprobar las opiniones de unos ú otros. Someto, pues, con suma reserva, esta parte de mi trabajo, á la consideracion de las personas inteligentes.

III.

De las olas

Son muchos los que rechazan la opinion de los que, como Letrone, aseguran que las aguas del mar están tranquilas desde la profundidad de treinta metros. Sin embargo hay otros como Bayle (*Diccionario de ciencias naturales*), Belidor (*Arquitectura hidráulica*) y Mac-Carthy (*Diccionario universal de geografia*), que todavía aseguran ser menor la profundidad alcanzada



por las olas; mientras que Bremontier (*Investigaciones sobre el movimiento de las olas*) y algunos de los que creen que el movimiento de estas es puramente oscilatorio, opinan que, en la vertical, alcanza hasta el fondo del mar: opinion combatida por Emy (*Del movimiento de las olas*), cuya teoría consiste en el movimiento orbital mas ó menos elíptico de las aguas que componen una ola. Con todo Emy cree que, en algunos casos, las olas remueven las aguas á mucha profundidad.

A últimos del siglo pasado, para esclarecer esta cuestion, la Sociedad de ciencias de Copenhague propuso un premio para el que resolviese este problema: «Cómo y en qué relacion están la altura, la base y la longitud de las olas, con las dimensiones de las aguas en que se forman.» La resolucion de este problema fué declarada imposible, segun afirma Bremontier, tanto por la memoria-laureada, como por la misma Academia. Posteriormente no hemos sido mas felices, y todavía ignoramos la relacion que exista entre las olas y la cantidad de aguas removidas.

Solo de la inspeccion de las olas se puede deducir el camino que seguirse debiera para encontrar el límite de su accion: hé aquí como las consideraba nuestro Jorge-Juan, en su *Exámen marítimo*: «En las olas, la potencia que actua es la gravedad de la misma ola. Si por cualquier accidente se eleva parte de la superficie del mismo flúido, su gravedad le obliga, despues de haber adquirido su mayor elevacion, á descender y á tomar igual disposicion y figura hácia abajo, que la que tuvo hácia arriba, pues la accion y reaccion son iguales.»

De esta sencilla exposicion resulta que las acciones y reacciones se manifiestan en la superficie; que en la misma se verifica un desnivel proporcionado á la fuerza que lo provoca; que cualquier otro movimiento, no manifestado en la superficie, ha de ser poco considerable, y ha de representar la diferencia entre la accion y la reaccion.

El ya citado ingeniero hidrógrafo Emy, á pesar de que concede que el movimiento de las olas puede ser bastante profundo, dice:

«La accion de una fuerza se debilita trasmitiéndose; de lo que tenemos una prueba en la propagacion de los sonidos, de la luz,



y de las mismas olas en la línea horizontal, que disminuyen á medida que se alejan de su origen, llegando por último á su completa extincion. Esto explica que las tempestades que se forman en alta mar, muchas veces no alteran la calma en las costas. El mismo razonamiento puede hacerse respecto al movimiento vertical de las olas ;

«Estas consideraciones prueban que el movimiento de ondulacion debe tener un límite dependiente de la violencia de la agitacion superficial, y no de la profundidad del agua, movimiento que, pasado aquel límite, ha de ser nulo.» ¿Cuál será este límite?—Los que sospechan que está á mucha profundidad, habrán solo apreciado la adherencia del agua al pasar resbalando por una superficie sólida ; como esta resistencia es independiente de la presion, y como por otra parte es muy débil, habrán deducido de aquí que todo movimiento comunicado á las aguas superficiales debia trasmitirse á las profundas. Mas existen otras resistencias mayores que esta: una fuerza química ó sea la cohesion molecular ; una fuerza física ó sea la inercia del agua.

La resistencia que ofrece la cohesion molecular del agua, segun Coulomb tambien es, como la adherencia, independiente de la presion y proporcional á las superficies que están en contacto; pero crece como el cuadrado de la velocidad y como las relaciones de la misma en las diversas capas de agua, las cuales en el mar se mueven en diferentes velocidades.

De la resistencia que ofrecen la cohesion molecular y la inercia del agua tenemos un ejemplo al dejar caer de cierta altura un cuerpo pesado sobre la misma ; este cuerpo no solamente produce olas si que tambien levanta una cantidad de agua en forma de surtidor. Para explicar este fenómeno debemos recurrir á aquellas resistencias. El agua levantada ha sido comprimida entre el cuerpo pesado y la resistencia que han opuesto las demás partes del líquido; porque es claro que, sin estas resistencias, sin ninguna ondulacion se trasmitiria el movimiento de uno á otro extremo del líquido. Toda fuerza mecánica que obre sobre la superficie del mar, producirá igual efecto; levantará olas. No pudiendo comunicarse el movimiento en sentido horizontal de una parte del



líquido á otra con la misma rapidez con que obra la fuerza del viento ó la de gravedad de la misma ola, es claro que las aguas cederán por la parte que encuentren menos resistencia, es decir, en planos reflexivos á la incidencia del viento, esto es, en olas y ondulaciones: cuya forma se explica por la resistencia, en cada momento menor, que el agua removida encuentra en el sentido horizontal; lo que ha de dar necesariamente á estas aguas una superficie curva. Ya que las fuerzas y resistencias indicadas nos explican la formacion de las olas, debemos admitir tambien que las mismas pueden darnos á conocer la profundidad que alcanzan. Apelando al principio de que las acciones y reacciones son iguales, dirémos que la profundidad de las aguas removidas por una ola (con igual violencia que las superficiales), es igual á la línea que mide la base del espacio que necesita la misma ola para desarrollarse. Así puede establecerse, sin separarse mucho de la verdad, que una ola muy alta respecto de su base, ha de producir un efecto bastante instantáneo; si instantáneamente levanta una ola de iguales dimensiones, es muy lógico admitir que su efecto no ha sido profundo, ya que las resistencias empiezan en la línea de nivel primitiva, y desde este punto aumentan hácia abajo, y disminuyen hácia arriba, y son tanto mayores estas resistencias cuanto mayor es la velocidad. Como el movimiento es menos rápido en una ola de ancha base y de muy poca altura, las resistencias son menores y dan lugar á que el movimiento se propague á mayor profundidad. La altura, pues, de las olas indica la velocidad de trasmision; y la medida de su base señala la profundidad.

Los experimentos que acerca de este punto he verificado con mi Ictíneo parecen dar como cierto que, la base multiplicada por la velocidad que indique el desnivel de la ola, da por producto la profundidad de las aguas removidas. El desnivel real es la mitad de la altura de la ola.

Coudraye, Bremon tier y otros que creen que la magnitud de las olas depende de la anchura y profundidad de las aguas en que se forman, y que sospechan que el movimiento de las olas llega hasta el suelo de los mares, citan, entre otros, los dos siguientes hechos:



« 1.º Que las olas no encuentran bastante fondo en el banco de Terranova para desarrollarse; y 2.º que en San Juan de Luz, sobre las rocas llamadas Artha, que están á 10 metros debajo del agua, las olas mayores de un metro, al pasar por encima de estas rocas, adquieren mayor elevacion. »

Pero ni Bremontier ni Coudraye nos dicen si al tiempo que hicieron estas observaciones habia ó no corrientes; ya proviniesen de la marea, ya del viento: circunstancia muy esencial para poder apreciar estos dos hechos. Supongo que no habia corriente, ya que esta suposicion está á favor de la mayor cantidad de aguas agitadas por las olas.

La altura y la base de las olas regulares están en relacion de 1 á 4; por lo tanto midiendo por aquella regla las observadas por Bremontier en San Juan de Luz, hallaremos que $\frac{1}{6}$ del movimiento de esas olas ha sido modificado en la direccion del plano que presenten las rocas Artha, que por los resultados vemos que es inclinado hácia la superficie, en unos 45° . Las rocas están á 10 metros; la mitad de la altura de las olas es 0'50, la base 4 metros, la velocidad 3'132 por segundo; luego es 12'5 la profundidad alcanzada por una ola de 1 metro y 4 de base. Es natural, pues, que las olas sean mas elevadas sobre Artha que en sus alrededores.

El banco de Terranova está á una profundidad que corre desde 80 metros á 160; para la primera no podrán desarrollarse olas de 4 metros de altura por 16 de base, y para la segunda, olas de 6 metros de altura por 24 de base; y siendo las velocidades respectivas, indicadas por la mitad de la altura, metros 6'264 y 7'672 por segundo, alcanzarán respectivamente profundidades de 100 y 200 metros. Como este banco tiene muchas leguas de extension, ha de presentar, la superficie que le cubre, olas menores ó mayores, de un movimiento mas ó menos rápido, y sobre los altos fondos olas ampolladas, segun si hay ó no corrientes, y segun la direccion de las olas respecto de las corrientes.

Las olas que no tienen suficiente espacio ó para desarrollarse ó para propagarse, como la causa del movimiento subsiste, han de convertirse en corrientes: no conocemos otras formas de mo-



vimiento en las aguas, por lo tanto, allí donde no puede tener lugar el movimiento oscilatorio ó elíptico debe desarrollarse la corriente. Así es que las olas ya son favorecidas, ya contrariadas por el suelo mas ó menos elevado ó por las corrientes que tienen una direccion contraria ó igual á las olas. Una corriente contraria á las olas retarda el movimiento de estas, alterando su base y altura, ganando en esta y perdiendo en aquella. Una corriente de igual direccion á la de las olas ensancha la base de estas á expensas de su altura. Así la corriente hácia el N. E. que recorre la costa oriental de la América del Norte, al pasar sobre el banco de Terranova, aumenta la altura de las olas que vienen del N. E., y la disminuye cuando la direccion de estas es la misma de la corriente. Si las olas tienen mucha elevacion con poca base, se presentan ampolladas ó picadas.

IV.

De las corrientes promovidas por los vientos.

El viento, además de promover olas, obra sobre una masa de aguas y tiende á elevarla. Esta tendencia se manifiesta en corrientes; la direccion de la superficial es la misma del viento y su efecto es acumular aguas en la zona sujeta á su accion. Esta acumulacion ha de promover otras corrientes en todos sentidos y al rededor de la masa de aguas desnivelada; porque si así no fuera tendrian que formarse grandes mesetas de aguas, como se forman de arena en las playas donde el mar la arroja en abundancia.

El primer efecto, pues, del viento es producir olas, que se trasforman en grandes ondulaciones, y levantar sobre estas, nuevas olas, nuevas ondulaciones; por manera que la superficie del mar, mientras sopla el viento, presenta una grande agitacion, una vasta complicacion de variadas curvas. Es imposible poder determinar directamente cuál sea la fuerza empleada en esas perturbaciones; y mucho mas imposible parece poderla inquirir á *priori*: á *pos-*



teriori ó por los hechos se ofrecen dos datos : las mismas corrientes y la fuerza del viento. La diferencia que exista entre las velocidades de la corriente teórica (deducida de la fuerza del viento, como si esta fuese empleada entera para producir aquella) y de la que realmente haya promovido el mismo, nos indicará la fuerza del viento empleada en aquellas perturbaciones de la superficie. Ahora bien, las corrientes del Mediterráneo son poco sensibles en general, y solo lo son bastante cuando las causadas por los vientos coinciden con la que viniendo del Estrecho recorre la costa en ambas orillas. Siendo calificada de *fuerte* toda corriente que alcanza una velocidad horaria de 2 millas, y siendo de 0'7 de milla por hora las fuertes en el Mediterráneo, es claro que si de un viento tempestuoso deducimos la fuerza necesaria para producir una corriente de esta velocidad, la diferencia habrá sido empleada en promover las agitaciones ondulatorias. El cálculo me ha dado $\frac{90}{100}$ en producir olas y solo $\frac{40}{100}$ de la fuerza del viento es el causante de las corrientes.

Los nortes que, en el golfo de Lion, durante el invierno son constantes, muy duros y que frecuentemente adquieren la fuerza de las tempestades, obran de ordinario sobre una área de 300 miriámetros, cuyo perímetro es de 60. La mayor fuerza de estos nortes es de 10 á 30 kilogramos por metro cuadrado; admitiendo 20 kilogramos por término medio, y tomando la $\frac{40}{100}$ parte de ella, desnivelará, por segundo, 60 millones de toneladas de agua á milímetros 2 de altura, que ocasionarán una corriente cuya velocidad y profundidad guardan estrechas relaciones; aunque la dirección de otras corrientes, la distancia de las costas y el levantamiento del suelo pueden modificarla. Supongo que la que me ocupa se desarrolla en una mar libre. Para los que, como Bremon tier (y es opinion generalmente admitida) sospechan que todo movimiento comunicado á las aguas de la mar alcanza á una grande profundidad (por manera que, para algunos casos de grandes agitaciones, el suelo es el límite del movimiento), toda corriente será de un movimiento igual de arriba á bajo, seguirá la figura del perímetro y las velocidades estarán en razon inversa de las longitudes de la vertical que mida la seccion del mar; y,



segun sea la profundidad, alcanzarán las velocidades que se notan en el estado que sigue:

PROFUNDIDAD	VELOCIDAD		PROFUNDIDAD	VELOCIDAD	
	en metros.	en metros por segundo. en millas por hora.		en metros.	en metros por segundo. en millas por hora.
3,000	0'033	"	200	0'500	1'11
2,000	0'050	"	100	1'000	2'24
1,000	0'100	"	90	1'111	2'48
900	0'111	"	80	1'250	2'80
800	0'125	"	70	1'428	3'20
700	0'143	"	60	1'666	3'73
600	0'167	"	50	2'000	4'40
500	0'200	0'48	40	2'500	5'60
400	0'250	0'55	30	3'333	7'45
300	0'333	0'74	20	5'000	11'00
250	0'400	0'90	10	10'000	22'00

Este estado manifiesta que la profundidad que alcanza una corriente es igual á la del mar : principio que no puedo admitir aplicado á una mar libre. Tampoco puedo admitir el principio contrario de que el agua desnivelada corra por encima de la que está de nivel. Entre estos dos extremos falsos debe existir un medio verdadero. Ignoro cual sea la ley que rijas las corrientes marítimas; sin embargo, me atrevo á sentar algunos principios, si bien no como ciertos, al menos como muy probables, y para que me sirvan de fundamento, pauta ó guia en los estudios que acerca de las corrientes submarinas me propongo hacer con el ICTÍNEO.

Supongo, pues, lo siguiente:

1.º La velocidad de las corrientes, producidas por los vientos, depende de la altura del desnivel.

2.º El agua para ponerse á nivel ha de vencer resistencias: estas suponen un tiempo empleado: siendo la causa del desnivel constante, el desnivel será mayor que el que indique la unidad de tiempo y la de la fuerza del viento. El aumento de nivel está en razon directa de las resistencias que encuentre el agua para nivelarse.

3.º Ejerciendo el agua una presion igual en todos sentidos, la cantidad desnivelada imprime un movimiento á la que está nivelada: así que, cuando se pone á nivel, hay movimiento en la superficie y debajo de la superficie del agua.



4.º El agua no puede adquirir la velocidad que indica su desnivel, porque la resistencia de la cohesion molecular crece proporcionalmente á la misma velocidad.

5.º La cantidad de agua desnivelada dividida por el perímetro de su base, y luego por la velocidad que indique el desnivel, dará por cociente la profundidad que alcance la corriente.

6.º La velocidad de la corriente será la que indique el desnivel, menos la resistencia de la cohesion molecular, menos la velocidad de las pequeñas corrientes, que se establecen por la presion que ejerce el agua desnivelada, y por lo tanto la de la misma corriente.

7.º Equiparando las corrientes del mar á las de los canales, si la velocidad superior es 1, la media será 0'8 y la del fondo de la corriente 0'6; pero si la hacemos igual á la de los grandes rios, estas velocidades tendrán diferentes relaciones: en el Newa, M. Raucourt ha encontrado que, siendo la velocidad superficial 1, la velocidad media es 0'75, y en el Sena como 1: 0'62.

8.º Las corrientes, que por motivo de la presion se desarrollan y alcanzan grandes profundidades, no pueden ser sensibles; ya que la velocidad y extension de las corrientes superficiales satisfacen casi por completo las condiciones del equilibrio.

9.º La direccion de la corriente es indicada por los radios de la masa de agua desnivelada.

10. Siempre que una corriente esté interceptada por un plano inclinado, ya formado por el suelo ó por los costados, aumentará de velocidad, en razon directa de la cantidad de movimiento que tenga la masa interceptada.

11. Dos corrientes cuyas direcciones sean perpendiculares entre sí pueden dar origen á remolinos.

Partiendo de estos principios, he formado el siguiente estado que tiene aplicacion á la supuesta extension de los nortes en el golfo de Lion.

Como digo antes, supongo que el espacio en que dominan es de 300 miriámetros, y su perímetro de 60; y segun sea la presion ó velocidad del viento, hé aquí los resultados que daria:



NOMBRES de los vientos y números con que se expresan.	VELOCIDAD del viento. <div>(en millas por hora segundo)</div>	RELACION del viento con las velas de los buques.	Presion del viento sobre un metro cuadrado en kilogramos.	Número de toneladas que desvelará por segundo el 1/10 de la presion en una area de 300 mirímetros.	Altura del desnivel en mil- metros.	Veloci- dad de la corrien- te en mil- metros.	Profun- didad de la cor- riente en metros.
0 Calma.	»	»	»	»	»	»	»
1 Ventolina.	0'5	Suficiente para gobernar.	»	»	»	»	»
2 Viento muy flojo.	1'0	»	0'021	63,000	»	»	»
» Viento flojo.	2'0	»	0'085	255,000	»	»	»
3 Viento galeno.	3'0	»	0'180	540,000	»	»	»
» Id.	4'0	»	0'340	1,020,000	»	»	»
4 Viento bonancible	5'0	»	0'530	1,590,000	»	»	»
» Id.	6'0	»	0'800	2,400,000	»	»	»
5 Viento fresquito.	10'0	Sobreguanetes, etc.	2'000	6,000,000	0'2	»	»
6 Viento fresco.	15'0	Gavias sobre un rizo y juanetes.	5'000	15,000,000	0'5	0'100	250
7 Viento frescachon	25'0	Dos rizos y foque.	13'000	39,000,000	1'3	0'153	424
» Id.	30'0	»	20'000	60,000,000	2'0	0'198	555
8 Viento duro.	35'0	Tres rizos y mayores.	26'000	78,000,000	2'6	0'224	576
9 Viento muy duro	45'0	Todos los rizos y mayores	43'000	129,000,000	4'3	0'291	738
10 Temporal.	60'0	Trinquete y gavia con to- dos los rizos.	76'000	228,000,000	7'6	0'386	932
11 Tormenta.	80'0	Velas de cuchillo de capa.	136'000	408,000,000	13'6	0'504	1,349
12 Huracan.	100'0	A palo seco.	214'000	642,000,000	21'4	0'637	1,679

ACCIDENTALES.

NORMALES.

De este estado se deduce que las corrientes producidas por los vientos, en mares libres, son impotentes para detener en su marcha á los Ictíneos, y las que acabo de describir no son suficientes para interrumpir la del actual, que solo dispone de 30 kilogrametros de fuerza, teniendo unos 50 metros superficiales.

No obstante, como estas corrientes son susceptibles de adquirir mayor velocidad (y me ocuparé en ellas despues de las graves consideraciones que me merece el huracan), será siempre necesario que los Ictíneos posean, sino un motor poderoso y continuo, al menos una gran fuerza para emplearla en la impulsión y en la virada, en casos especiales.

V

De las tormentas giratorias ó huracanes.

Los físicos y navegantes de todos los tiempos han procurado conocer el huracan, y solo desde algunos años á esta parte han podido presentar una serie bastante completa de observaciones de todas clases que atestiguan que los huracanes están sujetos á una ley, al parecer invariable. Segun los estudios de Golberry (1), Reid, Redfiel, Piddington, Thom, Keller, Espy, Becher, Rider y Lartigue (extranjeros); Vizcarrondo y Lobo (españoles), el hu-

(1) Hé aquí como Golberry describe el huracan ó tornados que ha observado en Sierra-Leona, segun Carlos Romme (A).

«En el cielo, que poco antes era trasparente y la atmósfera en completa calma, aparece una nube de forma circular y de un diámetro aparente de 5 ó 6 piés. Luego el aire se agita, las hojas, las yerbas son levantadas del suelo y giran circularmente como el viento. La nube que poco antes se veía en las mas elevadas regiones de la atmósfera se hace mayor, y mas densa, y cubre una gran parte del horizonte. Entonces el remolino aumenta, su velocidad crece y su violencia es espantosa: rompe los árboles ó los arranca de cuajo; derriba las casas, y los barcos anclados en los alrededores son arrojados los unos encima de los otros, y despues de una duración de 15 minutos, el tornados concluye por un aguacero.»

(A) Autor de los *Cuadros de los vientos, de las mareas y de las corrientes*; del *Arte de marina*, del *Arte de la arboladura y velámen*, de la *Ciencia del hombre de mar*, etc.



racan es un viento giratorio de una gran fuerza, que empieza ordinariamente cerca del Ecuador, y cuya direccion general es de Oriente hácia Occidente, inclinándose hácia el N. O. hasta los 20° de latitud boreal, y desde este punto hácia el N. y N. E. en nuestro hemisferio; y en el austral al S. O. y luego S. y al S. E. El remolino ó viento giratorio que sigue este camino forma una cicloides, y si se estaciona un círculo: estas vueltas en nuestro hemisferio se dirigen de E. á N. á O. y S., y al revés en el hemisferio austral de E. á S. á O. y N. El huracan se anuncia produciendo un descenso rápido en el barómetro de mercurio (1).

La curva parabólica que sigue el huracan en su marcha progresiva tiene una extension de 4 á 7 mil kilómetros, y la recor-

(1) El conocimiento de estas leyes ha salvado muchos buques de los que navegan por bajas latitudes, siendo de los primeros el Medway, capitan Andrews, que supo evitar el vórtice del huracan de 10 de setiembre de 1846, en el mar de las Antillas; y el Black Nimph, capitan John Hall, en el mar de las Indias. Hé aquí lo que dice Reid acerca del primero:

«Este buque en su travesía de Nasau á Bermuda, experimentó un temporal que viniendo del mediodia pasó por medio de estos dos grupos de islas. En Bermuda dió la vuelta por el S. y en Nasau por el N. El capitan Andrews conociendo perfectamente el carácter de la tormenta que se le acercaba y sabiendo su posicion con respecto al centro, aferró sus velas, aseguró el aparejo, disminuyó el andar y se puso á la capa, y esperó así á que el viento, entonces del N. E., cambiase al N. O., como debía suceder. Verificado este cambio amolló en popa, corrió detrás de la tormenta, y llegó á Bermuda sin averías, facilitándome en seguida la relacion que habia formado de este suceso.»

Hé aquí como se expresa el capitan Hall en una carta que dirige al *Nautical magazine*.

«A los tres ó cuatro dias de haber salido de Macao, observé, á eso de las doce, un extraño anillo al rededor del sol. Al dia siguiente tuvimos ligeros chubascos, y mar llana, aunque cabrilleaba mucho. La tarde fué hermosa, y sin embargo, puse mi atencion en el barómetro, que bajó considerablemente despues de medio dia. El tiempo continuaba bueno aun, lo cual me parecia raro; sin embargo, estaba seguro de la bondad del barómetro, cuyos anuncios habian salvado mi aparejo muchas veces, y en otras seguia con toda vela, de noche, á pesar del mal cariz. Esta ocasion me probó que era digno de mi entera confianza, y ciertamente me habria arrepentido, si despreciando sus avisos, hubiera atendido solo á las bellas apariencias del tiempo. Cerca de las tres bajó mas, y en su consecuencia dí órden á la gente ocupada en la limpieza, y en los preparativos para fondear, de echar abajo las vergas de juanete, calar sus masteleros, meter el botalon de fogue, y en una palabra, quitar cuanto pudiera ser arrebatado por el viento. Se tomaron tres rizos á las gavias, las escotillas se cerraron, los botes vinieron dentro, etc., etc.; haciendo todas estas faenas pronto y bien. Entonces dije para mí, ¿qué pensará la tripulacion al ver estos preparativos en una tarde tan buena? algunos de los mas advertidos miraban al horizonte por si podian adivinar la causa. Pero á las pocas horas se convenciero



re con una velocidad varia : á veces se estaciona, ya es de 2 metros, ya de 4, ya de 12, ya de 20 por segundo (esta corresponde á unas 45 millas por hora). Cuando se dirige hácia el O. N. O., que es en los primeros dias y cerca del Ecuador, su velocidad es menor que la de cuando se inclina hácia el N. E. (1).

Es fácil concebir que con cualquiera de las indicadas velocidades ha de producir delante y en los costados una agitacion in-

cuan oportunas habian sido estas maniobras. La quietud reemplazó al bullicio. El barómetro seguía bajando, y no me quedó duda de que iba á sufrir uno de esos *tifones*; y como hubiese prestado anteriormente alguna atencion á este asunto, lo veía acercarse con una mezcla de recelo y curiosidad.»

Para que se vea la grande confianza que se tiene en el conocimiento de la ley de los huracanes, copio la siguiente nota que encuentro en *La aguja de las tormentas*.

«El traductor de este Manual, debe manifestar á sus lectores, que por carecer completamente de nocion alguna respecto á la ley que rige á los huracanes, estuvo á punto de perecer en el que sufrió con el vapor *Magallanes* de que era comandante, en el mar de la China y en octubre de 1847. Sensible le es que la pérdida de algun libro de sus *diarios* le impida poder presentar los pormenores de aquel huracan. Pero recuerda perfectamente que este empezó soplando entre el N. E. y E. Y como el *Magallanes* siguió, á pesar de esto, navegando con rumbo en el tercer cuadrante, en direccion de Singapore, atravesó de un lado á otro la tormenta, por la senda del vórtice, y se vió por consiguiente dentro de este.

«Si en aquella ocasion hubiese yo tenido conocimiento de la teoría, claro es que en vez de seguir navegando en el tereer cuadrante, que era la demora del vórtice, hubiese desviado la proa á zafarme de la senda que este traia.

«Sirva este caso, hijo de mi absoluta ignorancia, como otra prueba de la certeza de la teoría establecida.—*Manual sobre huracanes por Becher; traduccion de D. Miguel Lobo, capitan de fragata. Barcelona: 1856.*

(1) Pongo por ejemplo dos de estos huracanes :

El que sopló desde el 12 de octubre de 1780 al 18 del mismo mes, llamado el gran huracan. Las longitudes se hallan referidas al meridiano de Londres: Las latitudes son boreales.

Empieza longitud 58° 20', latitud 12° 30'; va á parar á la misma longitud pasando por Puerto Rico y Haiti y alcanzando el seno parabólico la longitud de 70°. La extension de la curva es de 4.200,000 metros y la velocidad de 8 por segundo.

El de 6 de octubre de 1846 al 14 del mismo.

Empieza á ser observado á longitud 78° latitud 14°; y va á parar á longitud 62° y latitud 53°, esto es, en Labrador, empezando en Cartagena.

La curba alcanza 83° longitud, pasando por Florida, Charleston, Nueva York, etc., cuyas ciudades tienen el focus al O. La extension de la curva que recorre, en los seis primeros dias es mayor de 2.100,000 m., y su velocidad es de 4 por segundo; y la extension que tiene la curva en los dos últimos dias 13 y 14 es de 2.700,000 y por lo tanto tuvo una velocidad de 15 metros por segundo; siendo mayor en el último dia 14, que es una curva de 1.666,000 metros y que es por segundo de unos 20. Es decir, que empieza con una velocidad de 4 y acaba por una de 20 por segundo.



dependiente del remolino y que solamente se debe á la marcha del huracan: agitacion que da mayor impulso á las olas que este despiden en todos sentidos.

El diámetro del remolino es de 50 á 1000 millas. Como su fuerza es mayor en la zona central que en la de la periferia; y siendo

la fuerza del huracan violento	214	kilógramos por metro ² .
del ordinario	136	»
del viento impetuoso	20	»
del viento frescachon	3	»

y suponiendo que estos cuatro vientos obren sobre un espacio de igual extension cada uno; que el promedio sea 100 kilógramos de presion por metro cuadrado, y que el radio de la superficie sujeta á esta presion sea de 500 kilómetros, tendríamos que el huracan, deducidas las $\frac{9}{10}$ partes de su fuerza destinada á producir la agitacion superior, desnivelará por segundo unos 7 mil millones toneladas, que producirán una corriente de 3 millas por hora, y á una profundidad mayor de 150 kilómetros; y por consiguiente no solo es capaz de remover con bastante fuerza los tene-deros, sino los fondos mayores del Océano. Todavía el huracan posee otra fuerza mayor que esta.

Como todo movimiento circular desarrolla una fuerza centrífuga, el huracan, animado de una velocidad de 100 millas por hora, arroja el aire superior á grandes distancias; por manera que, en toda la zona en que él domina, se nota una falta notable de presion atmosférica, indicada por el barómetro de mercurio.

Hay observaciones á millares que prueban esta falta de presion: en ocasiones la columna de mercurio ha descendido 76 milímetros; estimo el término medio en 38. Ahora bien; ¿sucederá en el agua sujeta á la accion del huracan lo que acontece á la columna de mercurio? Para mí es indudable. La falta de presion que se note, en el espacio donde impere el huracan, ha de producir una intumescencia en las aguas, cuyo nivel mas elevado se habrá obtenido á expensas de las aguas del resto del mar, donde la presion atmosférica se ejerce con toda su fuerza. ¿Cuál será este desnivel? La columna barométrica lo indica. El mercurio es 13'254 ve-



ces tan pesado como el agua del mar; siendo el descenso de 38 milímetros, luego la ascension del desnivelamiento de agua debe ser de 50 centímetros.

Cuando el huracan abandone el mar para entrar en las tierras, esta masa de aguas, que estaba en suspension siguiendo el camino de la tormenta, se transforma en una corriente, cuya velocidad es de 3 metros por segundo ó de cerca 7 millas por hora, y para la cual no hay profundidad que no pueda alcanzar. Así es que cuando pasa por una de las Antillas despidе corrientes y grandes olas hácia otras islas que por su situacion no han podido percibirse del huracan.

La velocidad de los vientos no es constante; de aquí que la fuerza centrífuga del huracan tampoco lo sea. Estas variaciones en la velocidad de los vientos, son indicadas por las oscilaciones de la columna barométrica, y estas nos demuestran que la cantidad de aguas, que desniveladas lleva consigo el huracan, sufre continuas alteraciones: ya aumenta, con la velocidad del viento, y determina una corriente hácia el centro de la tormenta; ya mengua, y se establece otra en sentido contrario. Estos vaivenes promueven una agitacion submarina muy parecida á un hervidero, que ha de interrumpir el curso de la corriente irradiada, la que estaria establecida de una manera normal á ser constante la velocidad del viento.

El huracan es tambien, con respecto á la navegacion submarina, un fenómeno digno de la mayor atencion: conocidas las leyes á que está sujeto, son conocidas las reglas de las agitaciones de las aguas: y de esta manera los Ictíneos podrán librarse de él, ya corriéndolo por encima, si la corriente submarina debe conducirlos á las costas, y por debajo, si en mares libres.

La formacion de los huracanes se debe, segun Romme, Lartigue y otros, á dos vientos de direcciones perpendiculares entre sí; y aun, segun el primero, en muchas y opuestas corrientes de aire; y, segun el segundo, en dos, tambien encontradas. Generalmente se producen cerca del Ecuador y en determinadas épocas.

Esta tormenta, cuya periodicidad guarda relaciones tan íntimas con el movimiento de la tierra, con los vientos que dominan en



ella; que tiene unos límites tan marcados en uno y otro hemisferio, y cuyo rumbo es el mismo que sigue constantemente la corriente mas elevada de nuestra atmósfera, parecen indicar la intervencion de las mismas causas que producen los alisios. Pero ¿cuál será la que determina el fenómeno? Ya que es periódica, no es accidental como la aglomeracion de vapores, y otras que se podrian citar, que todas obran por todas partes y producen vientos, y sin embargo no promueven estas horribles tormentas, tornados y tifones del Atlántico y del Pacífico!

VI.

De las mareas y de la modificacion que sufren los movimientos de las aguas.

Las mareas son producidas por la atraccion que ejercen la luna y el sol sobre nuestro planeta, y promueven una intumescencia en las aguas, cuya mayor altura, en las sizigias, se verifica despues de 3, 6, ó 10 horas, segun las localidades, de haber pasado aquellos astros por el meridiano del sitio en que tiene lugar la marea.

La intumescencia pasa á ser abolladura, segun algunos, despues que las aguas dejan de sentir la influencia de aquellos astros. Toda marea produce dos corrientes que conocemos con los nombres de flujo y reflujo.

¿Cuál es la altura de las mareas?

En mares libres es insignificante; ya que en Ulitea y Otahity (Polinesia) apenas se nota el desnivel: en estas islas el célebre Cook no pudo fijarlo en las sizigias. En Madagascar, cabos de Buena-Esperanza y de Hornos; en las islas de Santa Helena, Sanvich, Molucas y Filipinas, es solo de 3 piés. Por manera, que, en todos los sitios donde la configuracion de las costas y de los suelos no se presta á ello (y bien puede asegurarse que casi todos favorecen la altura y la velocidad de las corrientes de la marea), las mareas son sumamente débiles.



A pesar de la poca elevacion de la pleamar en las sizigias, no hay fondo á que no alcance la corriente de flujo y reflujo. Estimando el desnivelamiento en las sizigias en 4 centímetros y en la cadraturas en 3, tendrémós respectivamente corrientes cuya velocidad horaria serán de 2 y de 1'7 millas.

Los ICTINEOS que recorran el Océano deberán tener en cuenta las horas de los establecimientos, para obrar en consecuencia á á fin de aprovecharse ó evitar las corrientes de las mareas.

Los movimientos á que están sujetas las aguas del mar, y de cuyas causas y valores acabo de ocuparme, sufren graves alteraciones, ya modificándose entre sí, cuando obran dos ó mas á un tiempo, ya por las desviaciones que les ocasionan los suelos y las costas.

Así es que las corrientes generales, ocasionadas por la fuerza centrífuga de la tierra, y que debieran dirigirse constantemente del E. al O., reforzadas por los alisios de N. E. y S. E. en el Atlántico y en el Pacífico, ya son favorecidas, ya contrariadas por las mareas; y las resultantes son todavía desviadas por las costas. A pesar de esta concurrencia de causas resultan corrientes generales, de las que no me ocuparé en esta memoria; citando solo para concluir algunos hechos particulares.

Lo que sucede en varios puntos del globo, donde las mareas llegan á la altura de 16 metros, cuando son favorecidas por los vientos, se debe á la disposicion del suelo y de las costas. San Maló, que es uno de estos puntos, está en un golfo que se parece á un cono truncado, cuyo diámetro mayor es de doce miriámetros (desde la isla Breat al cabo de Hagas), y cuyo menor no llega á un kilómetro; su generatriz forma un ángulo de 30 grados con el eje del cono. De esta sola descripcion resulta que, una corriente de cualquiera de las mareas de las cadraturas, ha de ocasionar un gran desnivel en aquellas costas.

Al rededor de las islas Maldivas, segun Pirard y Malte-Brun, se forma un *hervidero grande como una casa*, que tal vez no



tenga otra explicacion que los acantilamientos escalonados de su costa, que desvian las corrientes hácia la vertical convirtiendo las olas regulares de la superficie en olas picadas ó ampolladas: cuyo fenómeno, si bien en menor escala, se ha observado en el banco de Terranova y en el estrecho de Gibraltar.

En la tempestad de 21 de enero de 1820, en Warberg (Noruega), la altura de las rompientes de las olas ha llegado á 130 metros, y en las rocas de Lot (islas Marianas), y en el faro de Edystone (canal de la Mancha), han obtenido la enorme elevacion de 150 metros; y en las cuevas de Kinnan (en Cornaulles), en la de Tenerife, y en la del Infierno (cabo de Creus), por aberturas que se han practicado las olas, tierra á dentro, llegan á una grande elevacion, en formidables columnas, á manera de inmensos surtidores.

En general toda elevacion de aguas que no pueda duducirse directamente de la fuerza de una corriente conocida, no tiene otra explicacion que la forma del suelo y de las costas; las que presentan un espacio cada vez menor, por donde debe pasar una masa de aguas, animada de cierta velocidad, que tambien puede conocerse. Esta cantidad de movimiento, interrumpido por la configuracion del suelo y de las costas, comunica una mayor velocidad á las aguas que tiene delante; y el desnivel ó velocidad de estas es el cociente de la masa multiplicada por la velocidad de la corriente y dividida por la cantidad de aguas levantadas en forma de surtidores ó cuya velocidad es extraordinaria.

Hé aquí de que manera indico, en mi citada memoria, las corrientes tenidas como fuertes y accidentales, la profundidad que alcanzan en el Estrecho, los sumideros, hervideros y otros peligros que pueden hallarse en la práctica de la navegacion submarina.

«El vice-almirante sir Carlos Adam, en una nota que comunica al coronel Reid, dice: «Despues de un norte moderado (en el golfo de Méjico) vemos por lo comun fuertes corrientes al S.



y SS. E. con la velocidad de 24 á 26 millas al día....» En el cuadro de bitácora del vapor Indostan, se consigna que, al atravesar una tormenta en 1.º de diciembre de 1853, yendo de la punta de Galle á Madrás, se experimentó una corriente de 46 millas la singladura (*Ley de las tormentas*, pág. 7, *id.*) (1). El vizconde de Moncel, en su *Exposicion de las aplicaciones de la electricidad*, cita una corriente de 6 millas por hora, que experimentaron los buques que retiraron el cable submarino entre Port-Patrick y Donaghadee en 1855: las mayores del estrecho de Gibraltar observadas hasta hoy no han tenido mayor velocidad que la de 32 millas por hora.

«En el *Manual de la navegacion por el estrecho de Gibraltar*, obra publicada bajo los auspicios del almirante Hamelin, los autores, ingenieros hidrógrafos, dicen :

«Hemos estudiado cuidadosamente los fenómenos de los vientos, de las mareas y de las corrientes en el estrecho.... Con el objeto de ilustrar un punto de hidrografía física, dudoso aun, hemos hecho numerosos experimentos para indagar la existencia de corrientes submarinas que contrabalancearan la accion continúa de las corrientes del Océano hácia el Mediterráneo: nuestras observaciones no indican en el Estrecho corriente alguna submarina y permanente hácia el Oeste. Las sondas nos habian ya hecho presenciar este resultado.»

«A pesar de que son consideradas como extraordinarias las corrientes de 2 millas por hora, he querido sospechar en las mayores profundidades, la existencia de corrientes locales de una fuerza superior á las antecedentes; y si realmente existen, será tal vez el mayor obstáculo que puedan encontrar las naves submarinas. Esta sospecha arranca de la teoría probable de ser el centro de la Tierra una masa incandescente: en este caso el agua del mar se introduciría por las grietas que presentase el suelo, y, segun el tamaño de estas, podrian formarse sumideros de una fuerza de absorcion considerable. Admitiendo la existencia de estos sumideros, los remolinos de *Caribdis* en Sicilia, el de *Euri-*

(1) Traducida por el brigadier de la armada don Juan Vizcarrondo.—Cádiz 1853.



pis en Grecia, á pesar de su poca importancia actual, y la corriente constante de las aguas del Océano hácia el Mediterráneo, supondrian grandes pozas ó resquebraduras, que conducirían las aguas hácia la costra interior de la Tierra, donde el mayor calor las evaporaría, diseminándolas por las capas interiores y superiores del antiguo continente; de cuyos sitios se derramarían en vapores por la atmósfera, en fuentes por las cúspides de las montañas, y en venas por las capas arenosas de la Tierra.

«Partiendo de la misma teoría, encontrarían una explicación plausible, los escarceos ó hervideros, que tanto por su ruido como por su reventazon, impresionan de una manera terrorífica á los marinos que los oyen por primera vez. Los escarceos serían producidos por hundimientos, que poniendo las aguas en comunicacion con el fuego interior de la Tierra, las evaporaría en grandes cantidades, produciendo aquel ruido espantoso, comparado al de una caldera hirviendo, ó al del agua que se precipita por una compuerta de molino.

«Contra uno y otro peligro no pueden defenderse las embarcaciones submarinas; deben correr fatalmente á su triste destino, como va á estrellarse en la costa la nave de vela indefensa, impelida por la impetuosidad del viento, y arrastrada por la fuerza de las corrientes.

«Los escarceos observados en el estrecho de Gibraltar se engendran en los cabos de Trafalgar, Cabezos, Fraile, Perla y Europa, en las costas de España; y en la de Africa en Espartel, Judíos, Casba, en los bancos del Almirante y Fénix, y en los cabos de Cires y Leona hasta Ceuta. Los escarceos que mas se prolongan son los que se originan en Cabezos y en Malabata, que atraviesan el estrecho, cuyo fondo es menor en esta direccion que en las demás.

«Hé aquí la descripción que de ellos hacen Vicedon-Dumoulin y Kerhallet:

«Tal vez sea el estrecho de Gibraltar donde con mas frecuencia se presentan los fenómenos conocidos con el nombre de escarceos (*raz de marée*). Generalmente se producen cerca de las «puntas salientes de la costa, cuya direccion cambia bruscamente,



«y cerca de los bancos que hay en estos parajes. Los escarceos se
«forman instantáneamente, sin indicio alguno precursor. El mar
«hierva como el agua en una caldera. Las olas son cortas, ir-
«regulares, vacías en su interior, y con frecuencia se abren ó se
«despogan como una vela. En este caso son temibles, no sola-
«mente para las pequeñas embarcaciones, si que tambien para los
«buques de mediano porte. El viento contribuye á que los escar-
«ceos sean mas peligrosos. Sea cual fuere la causa de estos fenó-
«menos, constatamos solamente que los observados en el estrecho,
«se forman siempre en las puntas cuyo ángulo es muy agudo, y
«cerca de las cuales se encuentran fondos de poca sonda.»

«Horsburg, citado por Reid, dice: «Que los hervideros se
«encuentran por lo regular, en parajes donde la corriente no es
«perceptible.» Y á renglon seguido dice Reid: «He sido espectador
«en Bermuda del curioso fenómeno de las mangueras sobre el mar,
«y he visto siempre junto á ellas una grande extension de agua
«agitada, semejante en todo á cuantas noticias tenemos sobre el
«particular. La experiencia, pues, me ha convencido que es una
«misma la causa que produce el escarceo y la manguera. Diri-
«giendo mi vista, en cierta ocasion, á la mar, durante una calma,
«agitada del modo dicho, observé una nubecilla que estaba per-
«pendicularmente sobre el hervidero del agua, y seguí mirándola
«con atencion; al cabo de veinte minutos descendió de la pequeña
«nube una bomba marina, quedando en el instante suspendida en-
«cima del hervidero. Estas mangueras, sin embargo, muchas ve-
«ces no tienen nube, puesto que las he observado con el cielo per-
«fectamente despejado. Cualquiera que sea la causa que las origi-
«ne, creo que al fin se hallará ser la misma del hervidero, y que
«es un solo fenómeno, con la única diferencia, que las mangueras
«se desarrollan cuando la causa excitante tiene grande energía.»

«He citado la opinion de estos marinos á fin de que se vea
que el atribuir los escarceos á hundimientos, no es mas que una
conjetura mia, hija del deseo de que eviten este peligro los ex-
ploradores submarinos, si toda vez existe.»



VII.

Leyes de hidrostática referentes á los Ictíneos.

Todo cuerpo sumergido en un líquido pierde una parte de peso igual al volúmen del líquido desplazado. El peso de un cuerpo flotante está en razon directa del líquido desalojado, y con respecto al desplazamiento, en la inversa de la densidad del líquido. Así es que cuanta mayor sea la carga de un vaso flotante, mayor será el volúmen del líquido desplazado, y será menor cuanto mayor sea la densidad del líquido. Por lo tanto un cuerpo flotante desaloja un volúmen del líquido, cuyo peso es igual al del peso flotante.

Si la densidad de un cuerpo sumergido en un líquido, es igual á la de este, permanecerá en el sitio en que se le coloque; ya sea inmediato á la superficie, ya en el fondo ó en medio del líquido; por manera que el cuerpo sumergido parecerá haber perdido su peso.

Si la densidad de un cuerpo es mayor que la del líquido en que se sumerja, se dirigirá hácia el fondo, y este movimiento será tanto mas rápido cuanta mayor sea la diferencia de densidad. Al contrario; si la densidad del cuerpo sumergido y colocado en el fondo de un vaso, puede hacerse menor que la del líquido, se dirigirá hácia arriba con una rapidez proporcional á la diferencia de densidad: ya en la superficie flotará desplazando un volúmen del líquido, cuyo peso será igual al del cuerpo.

La densidad de un cuerpo es igual al peso dividido por el volúmen. Se ha convenido en que la densidad del agua destilada y á 4 grados centígrados sea el término de comparacion de la de todos los sólidos y líquidos. La unidad es un decímetro cúbico de esta agua, y ha recibido el nombre de kilógramo.

La *densidad*, la *gravedad específica* y *peso específico* de un cuerpo son sinónimos, y lo constituye el número de unidades en peso que tiene el volúmen de un cuerpo. Así el peso específico



del agua del mar varía de 1'026 á 1'048; porque un decímetro cúbico de este agua pesa, segun de que localidades está tomada, desde 26 á 48 milésimos mas que el agua destilada á la temperatura de 4°. La densidad del aire á 0° y bajo la presion atmosférica de 0^m 76 del barómetro de mercurio, segun Arago y Biot, es de $\frac{1}{170}=0'001299541$, y segun recientes experiencias de M. Regnault es 0'001293187; por lo tanto, un litro de aire pesa proximamente gramos 1'3.

Es, en física, un principio inconcuso la igualdad de presion en los líquidos; entendiéndose por esto, que la presion que ejerce un líquido contenido en un vaso, lo verifica en todas direcciones. La presion de un líquido contra una porcion cualquiera de una pared del vaso que lo contiene, se mide por la altura de la columna del líquido, partiendo del punto del vaso cuya presion quiera conocerse.

Verificándose la presion de los líquidos en todas direcciones, y suponiendo un cuerpo sumergido en un líquido, es claro que este sufrirá una presion proporcional á la superficie que presente, y cuya medicion será la altura de las columnas de agua correspondientes á cada uno de los puntos de la superficie del cuerpo sumergido. Así un cubo de 1 metro de lado, sumergido á 10 metros de profundidad dentro del agua destilada, sufrirá una presion total de 60,000 kilógramos ó sea de 1,430 quintales. Así un Ictíneo destinado á trabajar á 100 metros de profundidad, sufrirá una presion de 2,400 quintales por metro cuadrado que presente de superficie exterior.

A pesar de la diferencia de presion que ejerce la atmósfera, segun su estado, se ha tomado el promedio de la altura de la columna del barómetro de mercurio, que es de 0^m76, como unidad de presion, para comparar la que egercen los demás gases, y en general toda fuerza que obre sobre una superficie. Así la presion que ejerce la atmósfera sobre un centímetro cuadrado, y que es de kilógramos 1'0335, es la unidad para computar las presiones.

Siendo el peso del agua del mar de 1'026 á 1'048 y tomando como base 1'033, tendremos que el agua por cada 10 metros de



profundidad, ejercerá sobre 1 centímetro cuadrado una presión igual á 1 atmósfera.

Segun Baudrimont el agua se comprime á razon de 0'00004965 de su volúmen, bajo la presión de una atmósfera: asegura que esta contracción es proporcional desde 1 á 20 atmósferas. A 240 metros de profundidad, el peso específico del agua del mar ha aumentado de 1 milésimo.

La adherencia del agua á los cuerpos sólidos y la cohesión molecular de la misma son independientes de la presión, proporcionales á las superficies que están en contacto, y crecen como el cuadrado de la velocidad (1).

(1) Respecto á las resistencias que encuentran los buques en su marcha, hé aquí lo que dice John Bourne, ingeniero de la marina de guerra inglesa, en su tratado de los propulsores:

« Don Jorge Juan, uno de los autores mas sabios que hayan tratado de arquitectura naval, y cuyas obras son poco conocidas en este país (Inglaterra), ha recapitulado los errores de los escritores precedentes (entre ellos el célebre Newton), para establecer en seguida una nueva teoría de la resistencia de los flúidos, que está en perfecta armonía con los principios conocidos de la ciencia. Este sabio autor deduce tambien de su teoría que los barcos pueden no solamente andar tan velozmente como los vientos, si que tambien mas rápidamente: resultado que se obtiene algunas veces, como saben los marinos.»

Hé aquí como se expresa D. Jorge Juan:

« Por esta nueva theórica las resistencias son como las densidades de los flúidos, como las áreas chocadas, como las raíces quadradas de sus profundidades en los mismos, y como las simples velocidades, y senos de incidencia con que se chocan. Pero no es esto aun el todo, porque este es solo el caso en que la superficie esté enteramente sumergida en el flúido, y que la parte anterior del cuerpo sea semejante á la posterior: cuando hubiere parte de aquella fuera, resulta una nueva cantidad en la resistencia, que no tiene dependencia alguna con el área chocada, y que solo resulta de la velocidad; pero no es como las simples velocidades, ni como sus quadrados, sino como sus quadrados-quadrados. En ocasiones resulta tambien otra tercera cantidad, que es como los quadrados de las velocidades, y como las superficies chocadas, que corresponde precisamente al caso que hasta ahora se ha dado: y aun en otras otra quarta, que ninguna dependencia tiene de las velocidades, sino solo de las áreas chocadas. En general las resistencias, segun esta theórica, dependen de quatro cantidades distintas, de las quales, segun las ocasiones, se desvanecen algunas; y por dicha, para el asunto de la marina que nos proponemos, quedan de ordinario en solo una, que es la primera de las referidas; aunque en las ocasiones de muchísima velocidad no podemos escusar el hacer atencion á la segunda: por lo que toca á la tercera, única de que se ha hecho caso hasta el presente, es por lo ordinario inútil. » — *Exámen marítimo, theórico práctico, ó tratado de mecánica aplicado á la construccion, conocimiento y manejo de los navios y demas embarcaciones*, por D. Jorge Juan. Madrid 1771.



La densidad mayor del agua es 4°, por lo tanto la del fondo del mar no puede estar helada, sino en altas latitudes.

La estabilidad de los cuerpos flotantes ó semergidos depende de tener el centro de gravedad mas bajo que el centro del agua desplazada : estos dos centros deben estar en la misma vertical.

El teorema de Torricelli se anuncia en los siguientes términos: las moléculas de un líquido saliendo por un orificio tienen la misma velocidad, como si cayeran dentro del vacío, de una altura igual á la que mide el nivel desde el centro del orificio á la superficie del líquido. En virtud de esta ley de hidrodinámica, y teniendo en cuenta que la velocidad de los graves, en el vacío es de metros 9'8088 por segundo, tendríamos que la raiz cuadrada del producto de 19'6176 multiplicada por la altura de la coluna de agua denotará la velocidad.

La cantidad de líquido que puede pasar por un conducto practicado en un Ictíneo sumergido, se obtendrá multiplicando la superficie del agujero por la velocidad. Así el agua que entre en un Ictíneo tendrá una velocidad correspondiente á la altura de la coluna de agua que tenga encima y la cantidad de agua que entrará por centímetro cuadrado del orificio y su velocidad serán proporcionales á la profundidad á que esté sumergido, segun se manifiesta en el siguiente estado :

PROFUNDIDAD en metros.	VELOCIDAD en metros.	LITROS por minuto.	PROFUNDIDAD en metros.	VELOCIDAD en metros.	LITROS por minuto.
10	14	84	800	125	750
20	19	114	900	133	798
30	24	144	1,000	140	840
40	28	168			Toneladas.
50	31	186	1,415	166	1'000
60	34	204	2,000	198	1'188
70	37	222	3,000	243	1'458
80	40	240	4,000	280	1'680
90	42	252	5,000	313	1'878
100	44	264	6,000	343	2'058
200	62	372	7,000	370	2'220
300	76	456	8,000	396	2'376
400	88	528	9,000	420	2'520
500	99	594	10,000	442	2'652
600	108	648	20,000	626	3'756
700	117	702	30,000	767	4'602



Estas leyes manifiestan el peligro que correrán los aparatos submarinos, cuya robustez y forma no correspondan á las presiones que deban resistir.

VIII.

Generalidades acerca de los Ictíneos.

No impidiendo los movimientos del mar la navegacion submarina, quedará realizada si se logran vencer los obstáculos que resulten de la misma construccion de los aparatos, y los que se ofrezcan para sostener la vida animal.

Las circunstancias generales de estos aparatos deben ser la robustez y la simplicidad.

Deben ser robustos para resistir la presion del agua ; deben ser simples , porque toda descomposicion de maquinaria, debajo de agua, implica un peligro inminente : todo aparato de subir y bajar debe ser repetido bajo formas diferentes , usando de medios diversos , y debe haberlos de respeto.

Los Ictíneos deben poder resistir una presion 10 veces mayor que á la que tengan que trabajar, y los aparatos destinados á poner en equilibrio el barco con el agua , podrán verificarlo tambien á una profundidad 10 veces mayor.

Todo estará prevenido en el interior : los disparos , articulaciones y desarticulaciones , espitas , purificadores , luces , etc. , todo debe poder ejecutarse con movimientos rápidos y maquinaria sencilla ; de manera que, aun á oscuras, los operarios puedan obedecer con rapidez la voz del que dirija.

De esta manera no pueden temerse nunca las escabrosidades del fondo , ni los fangos, ni los bosques de vegetales, donde los Ictíneos podrian quedar enredados ; ni se temerá tampoco descender á sitios cercanos á acantilamientos profundos.

Supongamos que sin estas precauciones , haya necesidad de emplear algunos minutos para determinar en el Ictíneo el mo-



vimiento de ascension ; si el barco está á cien brazas de profundidad , y ha empezado á descender por un acantilamiento de 1500 brazas , irá á parar al fondo , del que no podrá salir. El movimiento de ascension debe poder obtenerse en pocos segundos ; de lo contrario , las resistencias para conseguirlo , crecerán como la profundidad á que descienda el barco. Si para subir desde 100 brazas es necesaria una fuerza de 20 kilogrametros , á 200 se necesita uno de á 40 , y así sucesivamente. Además deben tenerse en cuenta dos circunstancias , de las que nunca deberán olvidarse los exploradores submarinos , y son las siguientes : 1.^a Que la densidad de los Ictíneos aumenta conforme es mayor la presion ; y que determinado su movimiento de descenso , este crece como el cuadrado de los tiempos en atencion á la sola ley de gravedad , y aumenta tambien como la disminucion de volúmen ocasionada por la presion que en cada momento es mayor. 2.^a Que todo árbol de comunicacion de movimiento del interior al exterior , es solicitado hácia dentro en razon á la altura de la columna de agua y á la superficie que presente la seccion exterior perpendicular al eje : esta presion dificulta considerablemente la trasmision de movimiento al exterior.

La navegacion submarina no posee un motor poderoso , y es necesario crearlo : este motor , si es posible , no debe obrar por expansion , ó al menos no debiera necesitar tanto calórico como el vapor de agua ; no debiera estar sujeto á inflamaciones como el éter , ni necesitar un diámetro tan grande en los cilindros como el aire calentado , y debe ser mas manejable que el ácido carbónico. El electro-magnetismo se resiste á dar motores poderosos. Por ahora no disponemos mas que del vapor y del viento para andar en la superficie ; del aire comprimido para ciertos casos especiales , y de la fuerza del hombre como motor constante. Hace falta el Blasco de Garay , el Fúlton , el Tremblay de la navegacion submarina.

Los propulsores de los Ictíneos serán siempre una de sus partes mas interesantes , ya que disponiendo de un motor escaso , es indispensable poder aprovecharse de toda su fuerza. La que ejerce un hombre asido á un manubrio es de 6 kilogrametros ; 5 hom-



bres constituyen la fuerza disponible del actual Ictíneo; de la que una tercera parte es inutilizada por las fricciones ó roces; quedan pues 20 kilogrametros de fuerza útil.

La seccion maestra inmergida del Ictíneo, cuando flota, es de metros 3², la superficie exterior es de 40 metros, el calado 3 metros. La superficie que tiene muchos agujeros para cristales y útiles para ejecutar varios trabajos, no es á propósito para adquirir cierta velocidad. Con tan malas condiciones, esta fuerza aplicada al Ictíneo, le ha imprimido una velocidad de 1671 metros por hora.

Los Ictíneos deben poder permanecer entre dos aguas, á la profundidad que exijan las necesidades de las operaciones que pretendan ejecutarse. Esto es tanto mas fácil en cuanto la adherencia del agua á una superficie sólida y la cohesion molecular, por lo mismo que aumentan como el cuadrado de la velocidad, ofrecen poca resistencia á los movimientos lentos. Así es que la accion del hélice, que gira sobre un plano paralelo al eje mayor del Ictíneo, basta para que este suba, baje ó se detenga entre dos aguas, segun sea la velocidad con que gire.

Respecto á los hélices, creo deber publicar mis observaciones, y compararlas con los resultados que se han obtenido con otros de diferente construccion. Los que se probaron en el barco de guerra inglés el *Minx*, fueron todos de dos alas, y de 15 construcciones diferentes. El promedio de retroceso en los 17 grupos de experiencias que se hicieron, fué de 28 por ciento: y en el que mejores resultados se obtuvieron, fué en el de Atherton (la anchura de las alas aumentando desde la nuez á la circunferencia, tanto por la parte de delante, como por la de detrás), pues que el promedio de retroceso fué de 17 por ciento.

Mi propulsor, que tambien es de dos alas, se parece mejor al molinete de Wolteman, empleado para medir la velocidad de las aguas corrientes, que á un hélice; con el cual no tiene otra cosa de comun que la oblicuidad de las alas, y la de describir en el agua una generatriz helizoidal.

El hélice obra sobre el agua oblicuamente, y por esta razon, avanza en la direccion de su eje; siendo este movimiento la re-



sultante de las acciones de los planos oblicuos del hélice, es claro que la velocidad depende de la inclinacion de estos planos (entre las líneas horizontal y perpendicular, en cuyos dos extremos la accion es nula), del número de vueltas que dé el hélice, y de la resistencia que oponga el agua. No concibo, pues, que las superficies de los hélices deban ser torcidas, cual si obraran dentro una tuerca sólida. Dar á las alas de los hélices una superficie curva, es facilitar el movimiento del agua que sirve de punto de apoyo á las mismas alas, y por lo tanto disminuir el avance de estas en el sentido de la resultante.

John Bourne, á quien el Almirantazgo inglés facilitó los documentos en que se consignan todas las experiencias referentes al hélice, practicadas en los buques de guerra británicos; y París, capitan de fragata, que ha publicado un tratado del hélice, donde examina los resultados que ha dado en los buques de guerra franceses, aseguran que para saber de cierto la forma que conviene á las alas del hélice, debiera hacerse uno de gutta-percha, cuya armazon fuese de hierro, y la forma que tomase, dando vueltas en el agua caliente, seria la conveniente al hélice.

Por manera que todavía ignoramos cual sea la mejor disposicion de la superficie oblicua de esta clase de propulsores.

Smith, que dejó la esteva para inventar el hélice, tomó por punto de partida el paso entero; pero como el hélice era de madera, á consecuencia de una avería se le rompió; le quedaron dos alas, y entonces el barco marchó mejor. Mangin divide un hélice en dos, en sentido perpendicular al eje, y coloca los dos hélices paralelos, el uno junto al otro, y consigue alguna ventaja.

Esto parece probar que, cuanto mas se acerca la superficie de los hélices á un plano, mayor resistencia encuentra en el agua; y cuanto mayor sea esta resistencia, mejor punto de apoyo ofrecerá á la oblicuidad de las alas.

Si queremos aumentar esta resistencia, hagamos por manera que el hélice remueva menos aguas, esto es, que esta encuentre dificultad en apartarse del plano en que giran las alas del hélice.

Para obtenerlo he construido un molinete de Wolteman de alas paralelas, cuyo espacio comprendido entre los dos planos es



de 8 centímetros. Una de estas alas puede quitarse ; hé aquí los resultados que he obtenido con alas simples y con alas dobles paralelas :

Alas dobles paralelas.

Paso en metros 1'92 : vueltas 179 : debian andarse metros 343'68. Anduvo el ICTÍNEO metros 325 : diferencia ó retroceso 18'68. El retroceso fué de 5'2 por 100.

Tiempo empleado: 11 minutos, 40 segundos (3"9 por vuelta).

El camino andado en una hora 1,671 metros.

El motor consistia en 4 hombres.

Alas simples.

Paso en metros 1'92 \times vueltas 200 = 384 metros.

Anduvo el ICTÍNEO. 325 »

Retroceso ó diferencia. 59 »

Id. por ciento. 7'5

El camino andado en una hora 1643 metros.

El motor consistia en 4 hombres.

Tiempo empleado : 11 minutos, 52 segundos (unos 3"5 por vuelta de hélice).

IX.

Del aire y de la respiracion.

El conocimiento de las propiedades físicas del aire se debe á Galileo ; el de las propiedades químicas y el de su composicion, á Lavoisier. Este separó el oxígeno del azoe, por medio de la calcinacion del mercurio, y luego los volvió á reunir ; habiendo notado antes que el azoe era impropio para sostener la combustion, y que el oxígeno la sostenia con mas actividad que el aire atmosférico. « Este, pues, dice Lavoisier, está compuesto de dos flúí-

dos elásticos, de naturalezas diferentes, y por decirlo así, opuestas. Una prueba de esta importante verdad, es que, mezclando los dos flúidos elásticos obtenidos separadamente, se forma un aire en todo parecido al atmosférico, y que, casi á un mismo grado, es propio para la combustion, la calcinacion, y la respiracion de los animales.»

Mi proyecto de navegacion submarina, parte de este descubrimiento del inmortal y nunca bien ponderado Lavoisier, fundador de la química moderna, á quien todas las naciones debieran levantar estatuas.

Segun este sabio, y lo han confirmado experiencias ulteriores, el aire natural es una mezcla de oxígeno y de azoe en la proporcion de 0'2081 del primero y 0'7919 del segundo en volumen, y en peso de 23 de oxígeno y 77 de azoe.

La vida animal se sostiene por medio de una combustion lenta y continua; cuyo combustible es el carbono y el hidrógeno, y cuyo comburente es el oxígeno, que los animales, por medio de la respiracion, toman del aire ó del agua.

Los productos que dan los animales como resultados de esta funcion y de la transpiracion son: ácido-carbónico, agua y miasmas ó sustancias pútridas.

Los animales mueren si les falta el oxígeno necesario á la respiracion; y esto sucede cuando respiran por algun tiempo en una misma cantidad de aire, que no pueda renovarse.

Siendo el ácido-carbónico uno de los productos mas notables de los animales, veamos los efectos que produce en el hombre.

Con el objeto de conocerlos, muchos químicos han respirado durante algun tiempo este gas, y lo han encontrado ligeramente ácido; que promueve tos, estornudos y traspiracion; luego sufoccion, atolondramiento y que predispone á la locura. Por poco tiempo que se prolongue la estancia, en medio de una atmósfera, que contenga grande cantidad de este gas, ocasiona la muerte.

Segun Seguin, por experimentos ejecutados en sí mismo, cuando este gas está mezclado con el aire en relacion de 1 á 13, produce algun efecto; de 1 á 10, causa comezon en los pulmones y restriccion en el pecho, y de 1 á 5, determina la asfixia.



Un exceso de oxígeno en el aire produce bienestar, pero ocasiona una inflamacion en los pulmones.

¿De dónde, pues, proviene esa armonía de elementos, que encontramos en la atmósfera natural, donde nunca hay ni demasiado oxígeno, ni demasiado ácido carbónico? De que los animales exhalan ácido carbónico, vapor de agua, azoe y óxido de amonio; y de que los vegetales descomponen el ácido carbónico para fijar el carbono, el agua para apropiarse el hidrógeno, y en ambos casos para dejar libre el oxígeno. Lo que los animales dan á la atmósfera, los vegetales lo toman de ella: y en este inmenso recipiente llamado atmósfera, no hay mas que dos aparatos, uno destinado á la combustion: el reino animal; otro á la reduccion: el reino vegetal.

La luz del sol es necesaria al aparato reductor, y como lo ha dicho Lavoisier, la organizacion y la vida residen donde hay luz; porque la accion química de los rayos solares es la que determina la reduccion del ácido carbónico en las hojas de las plantas.

Ahora bien, ¿qué cantidad de ácido carbónico y de agua produce el hombre? Segun experimentos recientes verificados por Andral y Gavarret, bajo la direccion de Dumas y Boussingault, la cantidad de ácido carbónico, exhalada por los pulmones en un tiempo dado, es proporcional á la edad, al sexo, y á la fuerza muscular de los individuos, y no depende de la masa de carnes de estos. Y segun las experiencias verificadas en mi Ictíneo, depende de la cantidad de fuerza que desarrolla el hombre trabajando; pues que la cantidad de oxígeno gastado, es menor si el hombre está en reposo y mayor si en actividad: la relacion es : : 1 : 1'3.

Por lo tanto, si queremos vivir durante algun tiempo dentro de una cantidad de aire que no pueda renovarse, es indispensable que funcione un aparato que supla la accion del aparato reductor de la naturaleza, aunque obre por medios distintos.

Las experiencias verificadas por mí, en el Ictíneo, y fuera de él con animales, han dado resultados satisfactorios.

Si se encierra herméticamente un pájaro en una campana de cristal, cuyo aire interior esté en comunicacion con un aparato, cerrado tambien herméticamente, pero capaz de determinar una



corriente de aire, tomada del interior de la campana y devuelto á ella, despues de purificado, el pájaro vivirá, comerá y no denotará por ninguna señal de malestar que su estado no sea el normal; pero si el aparato deja de funcionar hé aquí lo que sucede :

Al fin de la primera hora, la condensacion de los vapores de agua en las paredes del cristal, se pronuncia en gotitas que van aumentando de tamaño.

A 1^h 30 minutos. El pájaro respira teniendo el pico un poco abierto.

A 1^h 40'. La respiracion es sensiblemente apresurada, y el pico mas abierto. Se agita.

A 1^h 44'. La agitacion es mayor; el anhelo es grande y el pico muy abierto.

A 1^h 48'. El anhelo es tan grande, la respiracion tan apresurada, y su malestar tan manifesto, que no se puede dudar de que la asfixia está determinada.

A 1^h 51'. El pájaro no puede sostenerse; su cuerpo oscila.

En este estado si la experiencia se prolonga, sin que se haga intervenir el purificador, el pájaro muere: si desde este momento obra el purificador, durante algunos minutos, no se nota mejora, pero luego esta es sensible.

A 2^h. Sigue el anhelo; pero no tan vehemente.

A 2^h 15'. Respira con la boca casi cerrada.

A 2^h 20'. Ha desaparecido todo anhelo; pero está entorpecido, y no da señales de reparar los movimientos ni el ruido que se haga á su alrededor.

A 2^h 25'. Su estado es el normal, y si se abre la campana el pájaro se echa á volar.

Todas las experiencias que he verificado ya en el mar, ya fuera de él, me han probado que, tan bien vive el hombre dentro de una atmósfera artificial, como en la natural; el cuidado que se debe tener consiste: 1.º en que el purificador marche bien, para que desaparezcan los vapores de agua y en particular el ácido carbónico; 2.º en que la cantidad de oxígeno mezclada con el azoe sea constante y en la proporcion de 1 del primero, y 4 del segundo.



Por lo tanto los Ictíneos son unos recipientes donde se efectúan fenómenos parecidos á los de la atmósfera, y donde por medio de instrumentos debe poder saberse, en un momento dado, qué cantidad contiene de oxígeno.

El espacio interior del Ictíneo, cuando está ocupado por 6 hombres, recipientes, etc., queda reducido á 6 metros cúbicos escasos; la temperatura interior aumenta desde el principio al fin de la operacion, en unos 4°, que desarrollan una presion que el barómetro de mercurio señala en unas 7 líneas, la cual es de $\frac{1}{46}$ de atmósfera.

Sin embargo la presion no corresponde á la temperatura en ningun caso, como se verá por el siguiente estado. Cantidad de aire, 6 metros cúbicos : individuos (mayores de 25 años, y menores de 40) 6 : tiempo de permanencia, 3 horas : trabajo, pesado ; oxígeno consumido, 720 litros, calculados.

Esta cantidad difiere mucho de la admitida por químicos de nota : hé aquí lo que habríamos consumido en oxígeno, durante dicho tiempo :

Segun Lavoisier y Seguin.	565 litros.
Segun Dumas, por experiencias verificadas	
en él mismo, cuando tenia 20 años. . .	230 »
Segun el mismo Dumas, recientemente. .	260 »
Segun el mismo, cuando el hombre camina.	414 »
Segun Andral y Gavarret.	317 »

Establezco esta diferencia de pareceres, para que se vea, hasta que punto es importante la navegacion submarina, ya que obliga á los que se ocupan en ella á precisar cuestiones de fisiología, que, eminencias como las que cito, no han podido determinar de una manera fija, que yo sepa.

Por lo demás, hé aquí la presion que se desarrolla en la atmósfera del Ictíneo.



TIEMPO en minutos.	BARÓMETRO		TIEMPO en minutos.	BARÓMETRO	
	en pulgadas.	en líneas.		en pulgadas.	en líneas.
Entrada.	28 p.	" "	95	29 "	1 "
30	28 "	10 "	105	29 "	0 "
40	29 "	4 "	120	28 "	6 $\frac{1}{3}$
52	29 "	6 "	137	28 "	6 "
73	29 "	3 "	150	28 "	5 "
85	29 "	1 "	180	28 "	5 "

Este exceso de presión que he notado también en los experimentos verificados con animales encerrados en una campana de cristal, y que ocurre desde el principio de la operación, es un hecho enteramente contrario á lo que sucede, si en la misma campana encerramos una luz; pues que en este caso la presión disminuye, aun que no se haga uso del purificador.

La disparidad de estos dos hechos es para mí tanto más notable, en cuanto estoy acostumbrado á considerar la máquina del hombre, con respecto á la respiración, como un verdadero aparato locomotor, que debe su fuerza á la combustión del carbono y del hidrógeno, y acerca del cual Dumas en su *Estática-química* (1) dice:

«Bajo la influencia del oxígeno absorbido, las materias solubles de la sangre se convierten en ácido-láctico, como lo han visto MM. Mitscherlich, Boutron-Charlard y Fremy: el ácido láctico se convierte á su vez en lactato de sosa, y este último por una verdadera combustión, en carbonato de sosa; que una nueva porción de ácido-láctico descompone inmediatamente.

»Esta sucesión lenta y continua de fenómenos, que constituye una combustión real, pero descompuesta en muchos tiempos y en donde es necesario ver una de esas combustiones sobre las cuales hace tanto tiempo que M. Chevreul ha fijado la atención, es en lo que consiste el verdadero fenómeno de la respiración. La sangre se oxigena, pues, en el pulmón; y respira realmente en los capilares de los otros órganos; en donde principalmente se verifican la combustión del carbono y la producción de calor.

(1) Traducción de D. Ramon Torres Muñoz.—Madrid, 1846.



»Una reflexion para terminar. Para subir á la cima del Mont-Blanc, emplea un hombre dos jornadas de á 12 horas. Durante este tiempo quema por término medio 300 gramos de carbono ó el equivalente de hidrógeno. Si una máquina de vapor se encargase de llevarlo, necesitaría quemar 1,000 á 1,200 para verificar el mismo servicio.

»Así que, como máquina que toma toda su fuerza del carbono que quema, el hombre es una máquina tres ó cuatro veces mas perfecta que la mas bien concluida de vapor.

»Estos números pueden probar que hay comunidad de principios entre la máquina viva y la otra; porque si tomamos en cuenta todas las pérdidas inevitables en las máquinas de fuego tan perfectamente evitadas en la máquina humana, la identidad de principio de sus fuerzas respectivas, resalta manifiesta y evidentemente á nuestros ojos.»

Habiendo esa identidad de principio, siendo ambas dos combustiones reales, y dando los animales por la respiracion y transpiracion cutánea y pulmonar ácido-carbónico y agua, que son los productos de la combustion vegetal, ¿cómo se explica esta diferencia tan notable en las presiones? No habiendo podido detenerme á estudiar estos dos hechos, me limito á consignarlos.

X.

Pruebas verificadas en el mar, con el Ictíneo.

En mi primera memoria anunciaba la conclusion del Ictíneo para el mes de febrero del 59; pero por motivos inherentes á toda empresa nueva, no se botó al mar hasta el 28 de junio.

La varada fué con poca fortuna, pues que el Ictíneo recibió cinco cabezadas, que inhabilitaron las vejigas natatorias, se rompieron los forros impermeables y algunos cristales. La avería fué de consideracion; pero despues de un exámen prolijo, quedé convencido, de que, si bien el Ictíneo no podia verificar pruebas sub-



marinas á mucha profundidad, no habia inconveniente, sin embargo, en hacerlas á dos ó tres atmósferas de presion.

Lo importante en esta cuestion, consistia en saber si el Ictíneo reunia las calidades que yo le atribuia ; si los hombres que debian ir encerrados en él estarian tan bien trabajando en el fondo del mar, como bien habíamos estado en tierra, encerrados herméticamente en él : en una palabra, si el Ictíneo descenderia, y volveria á la superficie, si permaneceria entre dos aguas y navegaria tambien en ellas como por la superficie y por el fondo.

Si en la verificacion de todos estos movimientos y en la prolongacion indefinida del sostenimiento de la respiracion debajo del agua, consiste la navegacion submarina, es claro que el objeto principal de ella queda cumplido.

He hecho un gran número de experiencias y todas ellas han dado resultados satisfactorios.

La navegacion submarina, pues, es un hecho.

El Ictíneo baja y sube; anda y vira, lo mismo en la superficie, que entre dos aguas, y que en el fondo del mar.

El hombre vive tan bien dentro del Ictíneo, como en plena atmósfera.

Las experiencias verificadas en estas aguas, han llamado varias veces la atencion del público ; y hé aquí la relacion que hizo ~~de ella~~ el *Diario de Barcelona*, de la que verifiqué en 23 de setiembre último:

«Ayer á las nueve y media de la mañana se verificó en las aguas de este puerto una de las pruebas de navegacion submarina por medio del barco llamado Ictíneo, invencion del Sr. Monturiol. A pesar de hallarse invitados solamente los señores accionistas, autoridades de Marina, y señores redactores de los periódicos de esta capital, una numerosa concurrencia ocupaba el anden del puerto, y el vapor *Remolcador*, así como un sin fin de botes y lanchones, estaban llenos de gentes de todas clases, ansiosas de presenciar el espectáculo.—Colocado el Ictíneo á cien metros de la punta del muelle viejo, el Sr. Monturiol con cuatro individuos mas, se han encerrado herméticamente en él, y el barco se ha sumergido con toda seguridad, pero lentamente. En la proa



y popa del barco habia dos palos de unos siete metros de longitud con objeto de señalar los movimientos de descenso, ascenso y direccion del mismo; y evitar así los choques con las demás embarcaciones que le seguian, y en particular en las subidas rápidas.

«El primer movimiento ha sido de descenso vertical, bajando á la profundidad de 10 metros, en cuya posicion ha permanecido 12 minutos. Despues en el espacio de la mitad de este tiempo ha subido y bajado tres veces consecutivas sin presentar á la superficie ó flor de agua mas que la espina del pez. En seguida virando hácia el S. S. O. ha andado entre dos aguas y á diferentes profundidades, como unos doscientos metros en el espacio de seis minutos. Siguiendo rumbo al S. adelantó como unos cuatrocientos metros, ascendiendo y descendiendo varias veces, y virando por redondo ha navegado al N. y en línea recta, como unos seiscientos metros. Despues de otros movimientos en varias direcciones, ha ascendido definitivamente á la superficie, y hemos visto aparecer al Sr. Monturiol y demás sugetos, á las 12 menos diez minutos en punto, sin observar en ellos el menor síntoma de malestar.

«El Ictíneo ha permanecido dos horas y veinte minutos en completa incomunicacion con nuestra atmósfera.

«El Sr. Monturiol ha verificado en su Ictíneo veintiun descensos ó experiencias debajo de agua; y á pesar de los resultados que ha podido hoy presentar á los concurrentes, todavía espera dar mayores proporciones á su invento, como lo demostrará en la memoria que está escribiendo.»

Todas estas pruebas las he verificado con las peores condiciones que pueden darse, como son las de un Ictíneo que hace agua; que no tenia vejigas natatorias; con cristales rotos, y en medio de unas aguas sucias que no permiten ver los objetos del suelo, ni aun estando metido el barco como un metro dentro del fango del fondo.

Por lo demás si estas pruebas son suficientes para llevar en el ánimo de todos la creencia de que la navegacion submarina es un hecho, no dudo que encontraré los elementos necesarios para practicarla en grande escala.



Toda empresa, por gloriosa que sea en sí, es indispensable, para interesar al público, que ofrezca beneficios á los capitales que se inviertan en ella. La explotacion del fondo del mar es una mina de riquezas inagotable. Me fijaré solamente en uno de los objetos de la navegacion submarina, el de la pesca del coral.

XI.

De la pesca del coral.

El coral abunda en todos los mares cuyos montes presentan acantilamientos, recodos de techumbre y cuevas. Se encuentra desde 10 á 100 brazas de profundidad. Haylo rosa, carmesí y blanco. Abunda en nuestras costas del Mediterráneo, y el de mejor calidad es el del cabo de Creus. Los medios empleados por los actuales coraleros para pescarlo, son una cruz cuyos brazos tienen una ó dos varas, cuyos extremos están guarnecidos de semicírculos de hierro, armados de dientes; y de un brazo á otro se pone abundante red, á fin de que el coral que rompan los brazos, se quede en el mismo instrumento, que se llama *coralera*. La coralera tiene en el centro, que es donde se cruzan los brazos, un pedazo de plomo, á fin de que el centro de gravedad, haga que los cuatro brazos, no se separen del plano horizontal. La coralera se tiene suspendida del centro por medio de una cuerda, y cuando está en el fondo del agua, la pasean y le dan un movimiento de arriba abajo, y de un lado para otro, con el objeto de que los brazos se metan por debajo de las rocas, y arranquen el coral. Si el suelo presenta acantilamientos, despues de haberlo explotado por medio de la coralera, se busca si tiene cavidades y cuevas, por medio de otro instrumento que se llama *buzon*.

El buzón consiste en una verga de 20 ó mas varas de longitud, suspendida por una cuerda atada á una mitad del centro longitudinal de la misma, en cuyo extremo mas largo, hay un semicírculo de hierro y red, y en el extremo mas corto, un pedazo de plomo, que hace equilibrio al brazo largo. Así se pone



en línea horizontal : para darle un movimiento de oscilacion , hay dos cuerdas equidistantes de la cuerda primera , que sirve de hipomoclio , y aflojando la una , y tirando de la otra , se logra que el extremo armado del semicírculo dentado , dé golpes , y resbale por la superficie de la cueva , en la que debemos presumir , se habrá introducido el buzón.

Por estos medios se pesca el coral , en los sitios donde no pueden llegar los buzos , los cuales , en el mar de las Indias lo pescan á 10 brazas de profundidad , llegando algunos de ellos á 15. El número de buzos es corto , y el mas excelente de todos ellos no ha descendido nunca á mas de 25 metros. Los que se sumergen con el aparato llamado *Escamandra* (que consiste en un casco de hierro , en un vestido de goma elástica , y sandalias de plomo , estando en comunicacion con la atmósfera , por medio de un tubo , al que se inyecta el aire por medio de una bomba) , tampoco pueden descender á mayor profundidad , porque parece que tres atmósferas de presion , es el máximo que puede sufrir el hombre , siendo ya en este caso dificultosa la respiracion.

¿Qué cantidad de coral se pesca por estos medios ? Lo ignoro. Solamente sé que hay unas dos mil embarcaciones , tripuladas por cinco hombres cada una , que lo pescan en el Mediterráneo.

Tanta es la abundancia de coral , que pescándolo á tientas , se saca todo el que encontramos en los mercados del Globo.

El término medio del precio del coral , en piezas pequeñas , es de 80 reales la libra.

El coral de un centímetro á tres de diámetro tiene un valor exorbitante.

Son muy estimadas las piezas que pueden servir para candelabros.

Pescado por los actuales medios se rompe en pedacitos.

Si la empresa de los Ictíneos pescase solamente por valor de la cuarta parte de los gastos que hacen los mencionados dos mil barcos por temporada de seis meses , obtendria anualmente un producto bruto de cinco millones de reales , que supondrian 625 quintales de coral pescado. Seis Ictíneos , cuyo coste y sostenimiento en la explotacion , supondrian un capital de seis millones de reales , pescarian el doble de aquella cantidad.



No creo deber entretenerme en pormenores de esta clase, cuando es un negocio muy conocido, y cuando salen destinados á esta pesca, gran número de barcos españoles. Seis ú ocho buques de mayor porte, catalanes, han salido, á mediados del 59, con destino á las islas de Cabo Verde, y con el único objeto de pescar coral en aquellas islas.

La explotacion del fondo del mar podria ser objeto de una sociedad, cuyo capital fuese de seis millones de reales.

Este capital deberia hacerse efectivo en el espacio de diez y ocho meses, y por dividendos iguales. Necesariamente deberia desembolsarse por completo; porque durante este tiempo no podria tener lugar la explotacion, mas que por el actual Ictíneo: cuyo destino principal deberia ser formar prácticamente buenos operarios submarinos.

La sociedad podria contratar con el gobierno para la construccion de buques de guerra, y con cualesquiera particulares ó sociedades, para el salvamento de buques sumergidos á profundidades donde no pueden llegar los buzos de ninguna clase.

Los beneficios líquidos de la sociedad se repartirian de una manera equitativa, y previo un convenio entre el inventor y los socios.



CONCLUSION.

Apesar de que no me habia propuesto escribir un tratado de navegacion submarina, esta Memoria contiene las principales cuestiones referentes á ella, y las presenta resueltas.

Mi interés particular exigia que no fuese tan explícito; pero el deseo de que se lleve á cabo tan útil proyecto, ha podido mas que mi propio interés, y que el sentir de mis amigos, que me aconsejaban ser mas reservado.

Siento una gran necesidad de publicar todo lo que he estudiado referente á este problema, porque es hora ya de que el hombre tome posesion del vasto mundo submarino; y hora es ya tambien de que seamos nosotros, los españoles, los que nos levantemos sobre el orgullo de las demás naciones, para probarles que valemos todavía tanto como ellas.

¿Qué nos falta para lanzarnos á esta gloriosa conquista? — Acáso capitales? los tenemos sobrados. — Inteligencias tal vez? Personas inteligentes no pueden faltar en nuestra España, cuyo desarrollo científico é industrial va tomando tantas creces, que en los últimos treinta años, presenta un adelantamiento tan portentoso, para cuya consecucion los demás países han necesitado mas de un siglo. Nuestros maquinistas, industriales y constructores de toda clase, que se han formado en las escuelas pú-



blicas, y fuera de ellas, y sobre todo nuestro cuerpo de ingenieros, se encuentran á la misma altura de los ingenieros de los países mas adelantados. Ni á unos ni á otros les falta voluntad y pasión para asombrarnos con sus obras.

Creo que nadie duda ya de la regeneracion de nuestro país.

En otro tiempo la adquisicion de las Américas, dió renombre á nuestra patria, hizo de nosotros la primera de las naciones; y apesar de nuestras desgracias, somos la nacion que mas gloria ha dado á la humanidad. Continuemos, pues, en nuestra grande mision de descubrir nuevos mundos, y digamos á los orgullosos extrangeros, que, todavia hay el gérmen de Colon en nuestra tierra, y que si entonces produjo grandes hombres, tambien ahora hará brotar de nuestro suelo nuevos Elcanos, que tanto enaltecieron el nombre español.

FIN.



DESCRIPCION DE LA LAMINA.

La lámina adjunta representa una seccion vertical del fondo del mar, en el que se ven varios buques submarinos.

El Ictíneo, visto exteriormente, tiene la forma de un pez : se mueve por medio del hélice que tiene en la popa; y baja, sube y se sostiene entre dos aguas, á favor de otro hélice que se ve en la parte inferior.

Se notan, en los Ictíneos de la lámina, tres tambores cercanos al eje vertical de los mismos buques; y cada uno de los tambores tiene cinco cristales, por medio de los cuales, los vigilantes de los Ictíneos, ven en todas direcciones. En la proa están colocados otros cinco cristales con igual objeto.

Los Ictíneos tienen cuatro alas, dos en la proa y otras dos en la popa; y su disposicion permite que el barco pueda girar sobre el eje vertical del mismo; ya que las de proa están dispuestas para bogar y las de popa para ciar.

Tienen además dos aparatos de luz eléctrica, uno en la proa y en la parte inferior de los Ictíneos, y otro en la popa y en la parte elevada del mismo: estas luces son giratorias, y pueden iluminar todo el espacio que es visible debajo de agua y al rededor del Ictíneo.

Debo hacer observar que componen un Ictíneo dos barcos; uno exterior que tiene la forma del pez; y otro interior, dentro del cual van los operarios. El agua circula en el espacio que media entre uno y otro barco.

Cada uno de los cinco Ictíneos que se ven en la lámina, está verificando una operacion diferente de la de los demás; cada uno trae los útiles apropiados al trabajo que está ejecutando; y á pesar de que aparecen de construccion distinta, es un mismo Ictíneo visto en diferentes posiciones.



El primero de abajo y de la izquierda del espectador, es visto longitudinalmente y en la proyeccion vertical: este está cortando coral con el hacha ó pieza superior; el coral cortado cae en el recibidor, que es una pieza bifurcada, de la cual no se ve mas que un brazo: de uno á otro brazo hay una red, en cuyas mallas queda prendido el coral cortado por la pieza superior.

El segundo que está encima del anterior, es el Ictíneo visto por la parte de popa, y figura que entra á trabajar en una cueva.

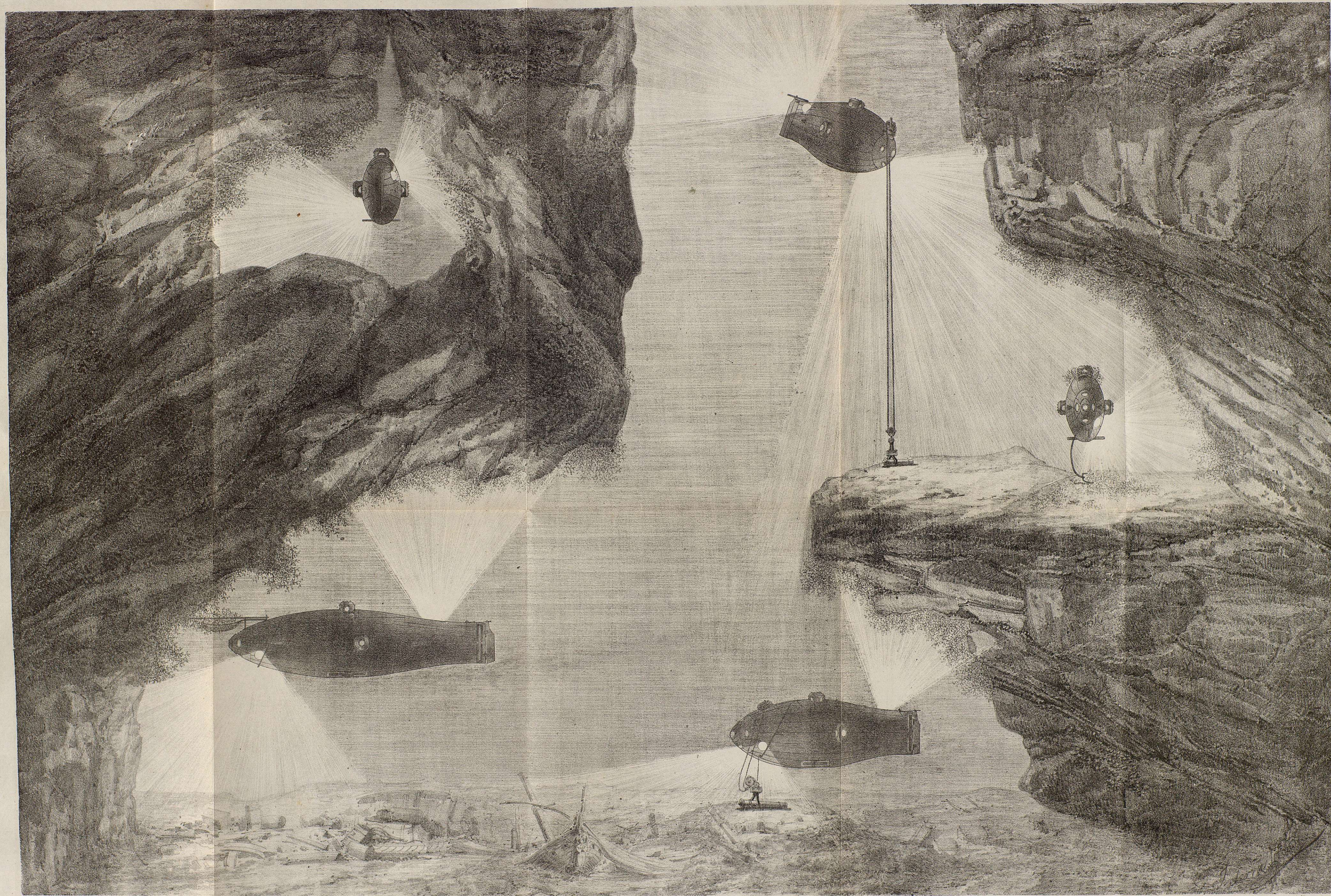
El tercero es visto por una inclinacion de 45 grados hácia proa: está en disposicion de dejar embragado un cañon, que tiene debajo de él.

El cuarto, que es el que está mas elevado que todos, lleva el cabo de la braga, ó de las tenazas que sujetan el cañon, á la superficie del mar, para izarlo desde una embarcacion flotante.

El quinto, que está colocado á la derecha del que mira la lámina, por medio de un azadon de una forma particular, recoge el coral caido del techo que forman las rocas superiores. El azadon puede dar la vuelta hasta encontrarse en la parte superior del Ictíneo, que tiene dos puertas abiertas, las cuales pertenecen al barco exterior, y reciben el coral que ha de caer del azadon.



EL ICTÍNEO-MONTURIOL.



Cortando coral.

Entrando en una cueva.

Embrazando un cañon.

Llevando el cabo de la braga á la superficie del mar.

Recogiendo coral muelle.

La Union Radical: 5^a Moneda, 10.

